

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

André DESASSIS

1^{re} THÈSE. — SUR LES MODALITÉS DE FORMATION
DES MATIÈRES GRASSES DANS LE
FRUIT D'ELAEIS GUINEENSIS Jacq.

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le **26 FEV. 1962** devant la Commission d'examen.

MM. CHOUARD, *Président.*

ULRICH }
CAMUS } *Examineurs.*

PARIS

IMPRIMERIE JOUVE

15, RUE RACINE, 15

1961

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

André DESASSIS

1^{re} THÈSE. — SUR LES MODALITÉS DE FORMATION
DES MATIÈRES GRASSES DANS LE
FRUIT D'*ELAEIS GUINEENSIS* Jacq.

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le

devant la Commission d'examen.

MM. CHOUARD, *Président.*

ULRICH }
CAMUS } *Examineurs.*

PARIS

IMPRIMERIE JOUVE

15, RUE RACINE, 15

1961



FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

PROFESSEURS

Doyen J. PÉRÈS

G. JULIA	T	Analyse supérieure et Algèbre supérieure.	JUNG	T	Pétrographie.
DE BROGLIE	T	Théories physiques.	TRILLAT	T	Microscopie et diffraction électronique.
PRENANT	T	Anatomie et Histologie comparées.	WIEMANN	T	Chimie organique et struct.
PÉRÈS	T	Mécanique des fluides et applications.	JACQUINOT	T	Spectroscopie (Orsay).
BOURCART	T	Géogr. physique et Géol. dynamique.	VASSY	T	Physique de l'atmosphère.
PLANTEFOL	T	Botanique.	DESTOUCHES	T	Théories physiques.
GRASSÉ	T	Evolution des êtres organisés.	PRUVOST	T	Géologie.
PRÉVOST	T	Chimie organique.	AMIEL	T	Chimie des Solides.
BOULIGAND	T	Analyse appliquée à la géométrie.	HOCART	T	Minéralogie et Cristallogr.
CHAUDRON	T	Chimie appliquée.	J.-P. MATHIEU	T	Recherches Physiques.
WYART	T	Minéralogie et Cristallogr.	COUTEAUX	T	Biol. animale (P. C. B.).
TEISSIER	T	Zoologie.	MAY	T	Zoologie (Orsay).
MANGENOT	T	Biologie végétale (Orsay).	CHOQUET	T	Théorie des fonctions et Topologie.
AUGER	T	Physique quantique et Relativité.	FELDMANN	T	Biol. végétale (P. C. B.).
MONNIER	T	Physiologie des Fonctions.	GUINIER	T	Physique des Solides (Orsay).
PIVETEAU	T	Paléontologie.	JOST	T	Physiologie comparée.
ROCARD	T	Physique (E. N. S.).	FORTET	T	Calcul des Probabilités.
CARTAN	T	Mathématiques (E. N. S.).	SCHWARTZ	T	Calc. diff. et Intégral.
LAFFITTE	T	Chimie générale.	CHOUARD	T	Physiologie végétale.
FAVARD	T	Géométrie supérieure.	MALAVARD	T	Aviation (Techn. Aéronaut.).
COULOMB	T	Physique du Globe.	BRELOT	T	Calcul différentiel.
M ^{lle} COUSIN	T	Biologie.	NORMANT	T	Synthèse organique générale.
CHRÉTIEN	T	Chimie minérale.	BÉNARD	T	Chimie (E. N. S. C. P.).
DRACH	T	Zoologie.	BUVAT	T	Botanique (E. N. S.).
KASTLER	T	Physique (E. N. S.).	DUGUÉ	T	Statistiques mathématiques.
EPHROSSI	T	Génétique.	SOULAIRAC	T	Psychophysiologie.
RIVIÈRE	T	Géologie (Orsay).	ULRICH	T	Physiologie vég. (E. N. S.).
GAUTHERET	T	Biologie (P. C. B.).	MARÉCHAL	T	Optique théorique et appl.
LUCAS R.	T	Recherches Physiques.	KIRRMANN	T	Théories chimiques.
THOMAS A.	T	Biol. cellulaire.	CHADEFAUD	T	Botanique.
ARNULF	T	Optique appliquée.	M ^{lle} LE BRETON	T	Physiologie.
MORAND	T	Physique Enseignement.	SALEM	T	Mathématiques générales.
SOLEILLET	T	Physique (P. C. B.).	LELONG	T	Mathématiques générales.
FORTIER	T	Mécanique expérimentale des fluides.	DEVILLERS	T	Anatomie et Histol. comparées.
DANJON	T	Astronomie.	EHRESMANN	T	Topologie algébrique.
PETIT	T	Biologie maritime.	FRANÇON	T	Physique (S. P. C. N.).
QUENEY	T	Météorologie et dynamique atmosphérique.	GLANGEAUD	T	Géogr. physique et Géologie dynamique.
GALLIEN	T	Embryologie.	GODEMENT	T	Mathématiques (M. P. C.).
EICHHORN	T	Biologie végétale (P. C. B.).	PISOT	T	Calcul des Probabilités.
DE CUGNAC	T	Biologie végétale (S.P.C.N.).	ROCH	T	Géologie.
M ^{lle} CAUCHOIS	T	Chimie physique.	SCHATZMAN	T	Astrophysique.
THELLIER	T	Physique du Globe.	TERMIER	T	Paléontologie stratigraphique.
L'HÉRITIER	T	Biologie générale (Orsay).	ZAMANSKY	T	Mathématiques générales.
GRIVET	T	Radioélectricité (Orsay).	LENNUIER	T	Physique (P. C. B.).
PONCIN	T	Mécanique générale.	RIZET	T	Génétique (Orsay).
DUBREIL	T	Arithmétique et Théorie des nombres.	ROUTHIER	T	Géologie appliquée.
QUELET	T	Chimie organique.	M ^{me} TONNELAT	T	Relativité.
CAGNIARD	T	Géophysique appliquée.	DIXMIER	T	Mathématiques (M. P. C.).
CHAMPETIER	T	Chimie macromoléculaire.	SOUCHAY	T	Chimie (P. C. B.).
CUVILLIER	T	Micropaléontologie.	AIGRAIN	T	Electrotechnique générale.
			BRUSSET	T	Chimie minérale.
			M. LÉVY	T	Physique théorique des hautes énergies (Orsay).
			M ^{me} CHAIX	T	Chimie biologique.

M ^{me} HUREL-PY ..	Biol. vég. (P. C. B.).	BENOIT	T	Physiol. animale (Orsay)
PIAUX	T Chimie (S. P. C. N.).	DE POSSEL	T	Analyse numérique.
BRUN	T Mécanique expérimentale des fluides.	CHARLOT	T	Chimie analytique.
LEDERER	T Chimie biologique.	HAISSINSKY	T	Radiochimie.
M ^{me} DUBREIL	T Mathématiques (Agreg.).	LEMÉE	T	Physiologie (B. M. P. V.). (Orsay).
M ^{me} LELONG	T Mathém. (E. N. S.).	GUÉRIN	T	Chimie (Orsay).
BELLAIR	T Géologie (S. P. C. N.).	CHATELET M.		Chimie (P. C. B.).
COTTE	T Physique (M. P. C.).	JEAN		Physique (Orsay).
DUBOIS J. E.	T Chimie (M. P. C.).	MATTLER	T	Physique (Orsay).
LAMOTTE	T Zoologie (E. N. S.).	MICHEL Louis ...		Physique théor. (Orsay).
MICHEL André ...	T Chimie Minérale (Orsay).	RUMPF		Chimie (P. C. B.).
OLMER	T Energétique générale.	BERGERARD		Biol. anim. (S. P. C. N.) (Orsay).
ROUAULT	T Physique.	BERTEIN		Electronique (Orsay).
GAUTHIER	T Mécanique appliquée.	BOUSSIÈRES		Chimie des Radioéléments (Orsay).
BARCHEWITZ	T Chimie Physique.	M ^{me} COUTURE		Thermodynamique et Mécanique Physique.
BROSSEL	T Physique atomique.	ELLENBERGER ...		Géologie appliquée.
BUSER	Biologie animale (P. C. B.).	FRANC		Biologie animale (P. C. B.).
CAMUS	Biologie végétale (P. C. B.).	SCHNELL		Botanique tropicale. (Orsay).
CASTAING	T Physique (Orsay).	STOLKOWSKI		Biol. animale (P. C. B.).
CURIEN	T Minéralogie et Cristallogr.	ACHER		Chimie biologique (Orsay).
MOYSE	T Physiologie vég. (Orsay).	BAUDOIN		Biologie.
PANNETIER	T Chimie (Orsay).	BEAUMONT		Biologie animale.
POSSOMPES	T Biologie animale (P. C. B.).	BLAMONT		Géophysique Ionosphère.
PULLMANN	Chimie théorique.	BOURREAU		Biologie végétale (S.P.C.N.) (Orsay).
TEILLAC	T Physique nucléaire et Radio-activité (Orsay).	CURIE D.		Physique (M. G. P.).
TONNELAT	Biol. physico-chimique.	DURAND DELGA ..		Géologie.
VILLE	T Econométrie.	FREON		Chimie organique (Orsay).
WILLEMART	Chimie (P. C. B.).	HELLER		Physiologie végétale.
DODÉ	T Chimie (Orsay).	TORTRAT		Calcul des Probabilités.
FREYMANN	T Physique (S. P. C. N.).	CAILLEUX		Géologie (S. P. C. N.).
GUINOCHET	T Biol. vég. (Orsay).	MAGNAN	T	Physique (P. C. B.).
ROLLET	T Chimie (P. C. B.).	DAUDEL		Mécanique ondulatoire appliquée à la chimie théorique et à la Physique nucléaire.
M ^{lle} JOSIEN	T Chimie (P. C. B.).	M ^{lle} FOURCROY ...		Biologie végétale (S.P.C.N.)
CHEVALLEY	T Géométrie algébrique et théorie des groupes.	BARRAUD		Physiologie Cellulaire.
ARNOULT	T Electronique (Orsay).	NOIROT		Evolution des êtres organisés.
CHAPELLE	T Physique (Orsay).	M ^{me} FOURES-BRUHAT	T	Mécan. analytique et Mécanique céleste.
DELANGE	T Mathématiques (Orsay).	M ^{lle} VEIL		Physiologie Générale.
DENY	T Mathématiques gén. (Orsay).	LWOFF	T	Microbiologie.
GERMAIN	T Mécanique théorique des fluides.	SIESTRUNCK	T	Mécanique physique et Expérimentale.
LUCAS G.	T Géologie.	LACOMBE	T	Métallurgie (Orsay).
ALLARD	T Chimie Physique.	BROCHARD	T	Physique (P. C. B.) (Orsay).
BERTHELOT	T Physique Fondamentale des Hautes Energies (Orsay)	CABANNES	T	Mécanique générale.
BRICARD	T Météorologie.	LESIEUR	T	Mathématiques (M. P. C.) (Orsay).
M ^{me} ALBE-FESSARD	Psychophysiologie.	MAZET	T	Mécanique générale (Orsay).
FRIEDEL	Physique des Solides (Orsay).			
M. JULIA	Chimie Organ. Structurale.			
LENDER	Biol. animale (S. P. C. N.) (Orsay).			
MAGAT	Physico-chimie des rayonnements.			
M ^{lle} QUINTIN	T Electrochimie.			
MONOD	T Biochimie cellulaire.			

Secrétaire Général..... R. POULLAIN.

Les recherches de la Commission
ont été effectuées, dans les conditions les plus défavorables,
dans les pays les plus éloignés de l'Amérique du Nord, et
dans les conditions les plus défavorables.

Les recherches de la Commission
ont été effectuées, dans les conditions les plus défavorables,
dans les pays les plus éloignés de l'Amérique du Nord, et
dans les conditions les plus défavorables.

Les recherches de la Commission
ont été effectuées, dans les conditions les plus défavorables,
dans les pays les plus éloignés de l'Amérique du Nord, et
dans les conditions les plus défavorables.

A MA FEMME,

sans le soutien moral de laquelle,
ces recherches n'auraient jamais été
publiées.

A V A N T - P R O P O S

=====

Les recherches dont les résultats vont être exposés, ont été effectuées dans les laboratoires africains et métropolitains de l'Institut de Recherches pour les Huiles et Oléagineux (I.R.H.O.).

Monsieur le Professeur ULRICH, à qui nous devons déjà notre initiation aux sciences naturelles puisqu'il fut, au Lycée Pasteur, notre professeur durant plusieurs années, a bien voulu accepter de diriger notre travail. Nous tenons à lui exprimer notre plus profonde reconnaissance ainsi qu'à Monsieur le Professeur CHOUARD qui a bien voulu accepter de présider le jury de notre examen. Nous exprimons également toute notre gratitude à Monsieur le Professeur CAMUS pour la bienveillance qu'il nous a témoignée en relisant notre manuscrit et en nous prodiguant les conseils indispensables à une meilleure rédaction.

C'est grâce à la direction de l'I.R.H.O. et en particulier grâce à MM. CARRIERE DE BELGARRIC, PREVOT, BLAIZOT et au regretté Commandant BIENAYME que ces recherches ont pu être réalisées. Nous avons également bénéficié du dévouement de M. AKLOBO, notre aide de laboratoire à POBE et de l'aide et des conseils de nombreux camarades de l'I.R.H.O. : MM. BACHY, BESSUAND, GASCON, OCHS, SERVANT et WORMER. Nous adressons à tous nos sentiments reconnaissants.

I N T R O D U C T I O N

En entreprenant ce travail, nous n'avions pas pour but d'apporter une contribution fondamentale à l'analyse du mécanisme biochimique de la formation des matières grasses, comparable à celle dont STUMPF et ses collaborateurs (^{89}I à ^{89}X) publient actuellement les résultats. Le palmier à huile est un organisme végétal trop complexe pour convenir à de telles recherches, et par ailleurs, il n'est pas encore possible de réunir, dans une petite station africaine, le matériel moderne nécessaire à une telle investigation.

Nous désirions simplement, dans le cadre de recherches organisées et coordonnées par l'Institut de Recherches pour les Huiles et Oléagineux (I.R.H.O.), effectuer pour le fruit d'Elaeis guineensis, Jacq., un travail analogue à ceux qui ont été menés pour les fruits d'autres oléagineux : olivier (Olea europaea), soja (Soja hispida), tournesol (Helianthus annuus), tung (Aleurites Fordii) etc...., c'est-à-dire préciser le processus d'accumulation des matières grasses, suivre simultanément l'évolution de quelques autres constituants et essayer de mettre en évidence tout facteur susceptible d'influencer la quantité de matières grasses finalement accumulée dans le fruit.

Nous poursuivions ainsi deux buts, l'un théorique : apporter notre contribution à une meilleure connaissance de la physiologie du palmier à huile, l'autre appliqué : rechercher s'il était possible d'améliorer le caractère "teneur en huile", soit par sélection, soit par application plus logique de méthodes culturales (engrais en particulier), soit peut-être par application de nouvelles techniques (pulvérisation d'hormones par exemple).

Afin d'obtenir des résultats d'intérêt général nous avons choisi d'étudier le type de fruit mondialement le plus répandu en plantation dirigée, celui d'origine "DELI". Toutefois, pour l'étude particulière de la teneur en huile et en éléments minéraux de la pulpe à maturité, nous avons étudié en outre, deux autres variétés.

Nous diviserons notre exposé en trois chapitres :

- I - Morphologie, Anatomie et Histologie du fruit de palme.
- II - Evolution du fruit et de quelques-uns de ses constituants.
- III - Etude de la variabilité de la teneur en huile de la pulpe du fruit à sa récolte et des facteurs qui l'influencent.

Bien que n'étant que partiellement original, le premier chapitre nous a paru indispensable pour la bonne compréhension du sujet qui représente l'essentiel de notre travail et que nous avons développé dans les deux derniers chapitres.

CHAPITRE PREMIER

MORPHOLOGIE, ANATOMIE ET HISTOLOGIE DU FRUIT DE PALME

MORPHOLOGIE DU FRUIT DE PALME.

Le fruit d'Elaeis guineensis (Jacq.) a fait l'objet de nombreuses études morphologiques. Citons, par ordre chronologique, celles de GARTNER (1788) [32] HANAUSEK (1882) [37], CHEVALIER (1911) [19], YAMPOLSKY (1922) [107], BLOMMENDAAL (1922) [14], H.P. GUERIN (1949) [36]. Enfin BEINAERT [9], a étudié très complètement le régime. Nous ne ferons donc que brièvement rappeler ses caractères principaux.

On trouve le fruit dans un régime (voir figure 1 page 4) se développant, sans rythme saisonnier particulier, à l'aisselle des feuilles. L'axe du régime ou rachis, de 5 à 15 cm de diamètre, porte, insérés en spirales, des épis fructifères (voir figure 2 page 4) rangés sur 8 à 13 spires. Chaque épi porte de 5 à 20 fruits, insérés en spirale sur son axe et tassés entre l'axe de l'épi et une bractée dure et spinescente qui rend désagréable le prélèvement d'un fruit isolé.

On distingue suivant leur position sur les épis du régime les fruits internes moins colorés et plus petits que les fruits externes qui les recouvrent. On trouve aussi à la base du régime des fruits beaucoup plus petits sans la graine, quelquefois sans coque et souvent pauvres en huile. Ces fruits, parthénocarpiques, résultent de fleurs non dégagées de l'aisselle de la feuille et par là non fécondées. Suivant l'âge du palmier, suivant l'origine du croisement dont résulte l'arbre et aussi suivant les conditions écologiques, le régime porte de 500 à



FIG. 1. — Jeune palmier Deli porteur de plusieurs régimes.



FIG. 2. — Epi fructifère.



FIG. 3. — Aspect externe d'un fruit de palme.

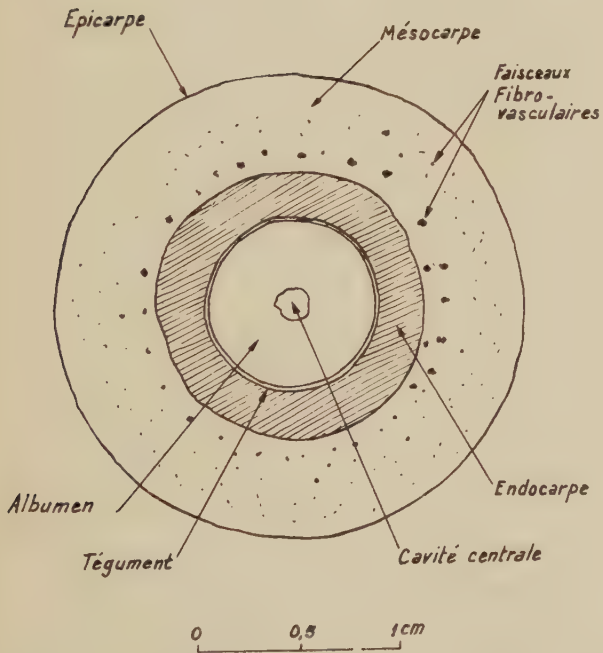


FIG. 4. — Coupe schématique transversale du fruit de palme (Type Deli).

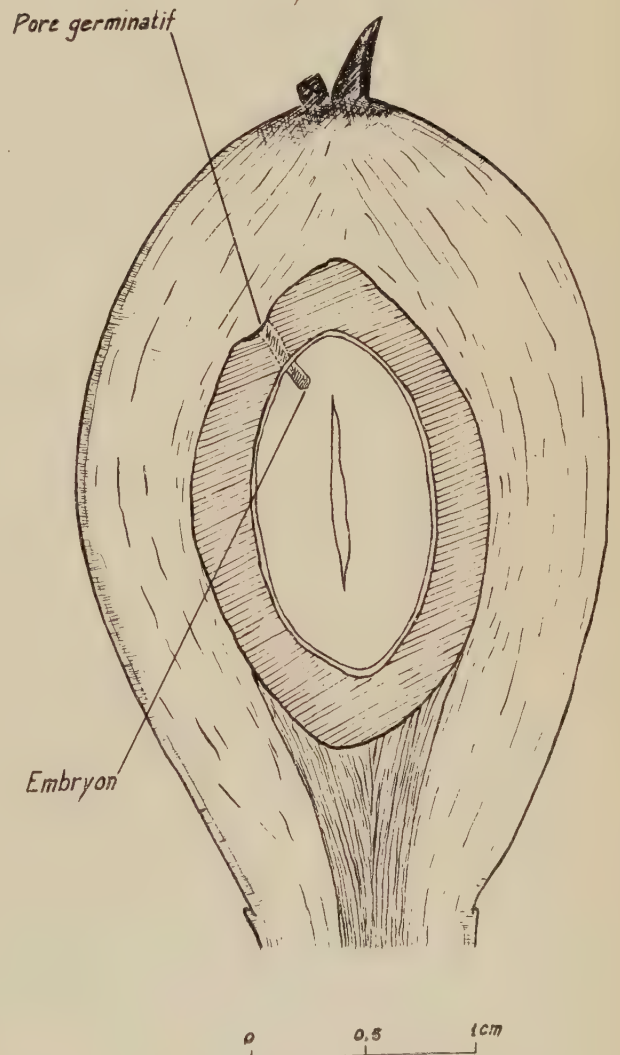


FIG. 5. — Coupe schématique longitudinale, passant par l'embryon, du fruit de palme.

3.000 fruits normaux représentant 50 à 70% du poids total qui varie de 2 à 50 kilogrammes.

Mûr, le fruit lui-même est une drupe sessile de forme ovoïde, de poids et de couleur variables (*). Le fruit de type "DELI" que nous avons plus particulièrement étudié, long de 3 à 5 cm pèse de 8 à 20 grammes à l'état frais. En partant de la base du fruit, la couleur est successivement jaune orangée, orangée rouge puis noire violacée. Des tépales restent souvent adhérentes à sa base et les stigmates persistent sous la forme de trois petits crochets durs et noirs (voir figure 3 page 4).

Le fruit est constitué (voir figures 4 et 5 page 4) d'un embryon (ou germe), inclus dans un albumen dur (la graine ou "palmiste"), lui-même entouré d'un endocarpe (ou coque) brun noirâtre. Cet ensemble constitue la noix et est entouré d'un tissu mou, riche en huile, parcouru de fibres dans le sens longitudinal : le mésocarpe. Ce dernier est recouvert d'un épicarpe assez résistant et lisse. Mésocarpe et épicarpe constituent l'exocarpe ou pulpe.

ANATOMIE ET HISTOLOGIE DE LA GRAINE ET DE LA COQUE.

P. HENRY [40], [43], [45] a récemment étudié la graine tant d'un point de vue anatomique que cytologique ou histochimique. Nous ne ferons donc que résumer ses observations.

A maturité, elle est constituée d'un albumen blanc corné, creusé au centre d'une fente longitudinale, entouré d'un tégument brunâtre sur lequel restent apparentes les traces des faisceaux fibrovasculaires desséchés. Le tégument est formé de plusieurs assises de cellules aplaties, quadrangulaires

(*) - VANDERWEYEN [102] et PURVIS [81] donnent de très belles planches en couleur pour illustrer les diverses variations de ce caractère.

et riches en tannins. L'albumen est constitué de cellules disposées en files radiales, allongées suivant le rayon de la graine, de dimensions de 60 à 170 μ de longueur sur 50 à 80 μ de largeur, riches en glycérides et en protides (sous forme de grains d'aleurone).

DE POERCK [77] et P. HENRY [43], [45] ont également étudié le développement de la graine dont l'albumen, liquide pendant deux à trois mois, puis organisé pendant trois mois, est le siège d'une évolution très curieuse des types nucléaires

La coque, étudiée plus particulièrement par YAMPOLSKY [107], est constituée à maturité de sclérenchyme et présente à son extrémité supérieure 3 pores correspondant aux 3 loges initiales de l'ovaire. En général, seul l'un de ces pores est utilisé pour la germination, un seul ovule se développant.

Pendant les premières phases de développement du fruit, les tissus de la coque, constitués de cellules et de faisceaux fibrovasculaires identiques à ceux de la pulpe, sont adhérents au tégument de la graine et reliés au mésocarpe. Leur séparation est pratiquement impossible. Plus tard, ils se sclérifient, se colorent progressivement et deviennent plus aisément séparables.

ANATOMIE ET HISTOLOGIE DE LA PULPE.

Nous avons été amenés à étudier en détail cette partie du fruit car les renseignements que nous avons trouvés dans la littérature étaient incomplets, oubliés ou contradictoires.

Sur le plan anatomique, en effet, KEHREN [55] s'est surtout attaché à décrire les cellules du mésocarpe, GUERIN [36] ne donne que très peu de détails sur la pulpe d'Elaeis, YAMPOLSKY [107] n'analyse guère que la répartition des faisceaux fibrovasculaires et il nous faut remonter à HANAUSEK [37], [38] pour avoir une description détaillée de la

pulpe, malheureusement condensée dans un dessin minuscule.

Par ailleurs, HANAUSEK, BLOMMENDAAL (14) , BOUFFIL (15) et KEHREN ont fait des études histochimiques sur ce matériel, mais leurs résultats sont très souvent contradictoires.

1°/ - DESCRIPTION GENERALE

Il est très difficile, sinon impossible, de faire des coupes minces d'une surface suffisante dans la pulpe du fruit à maturité. Les "fibres" très résistantes à la coupe, écrasent le parenchyme huileux alentour et on ne peut pas obtenir de bons résultats. Même après inclusion dans la paraffine, les coupes obtenues sont encore très déchirées. Cependant, le fruit jeune à deux ou trois mois de la maturité, permet des coupes suffisamment minces et étendues. C'est le schéma d'une telle coupe que nous avons dessiné figure 6 page 8 .

On voit que la pulpe, traversée par un grand nombre de faisceaux fibrovasculaires, de taille et de structure variées, parsemée de cellules à oxalate, comprend deux parties : l'épicarpe, que l'on peut diviser en épiderme et hypoderme, et le mésocarpe. On peut réaliser sur le fruit mûr des coupes assez minces mais de surfaces réduites. Ce sont de telles coupes qui nous ont servi pour une étude détaillée de chacun de ces tissus.

2°/ - L'EPICARPE.

A. - L'épiderme.

Il est constitué d'une rangée de cellules rectangulaires de 15 à 20 μ de largeur et de 15 à 40 μ de longueur, recouverte uniformément par une cuticule. La hauteur de ces cellules varie de 15 à 25 μ . Elles sont plus allongées, moins larges, à membranes moins épaisses à la base du fruit que dans ses parties médianes ou supérieures.

La surface de l'épiderme est parsemée de stomates d'une disposition assez particulière (voir figure 7

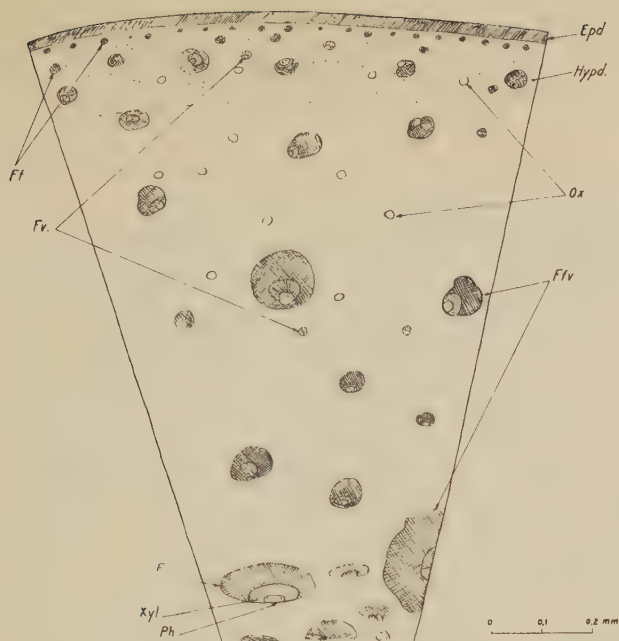


FIG. 6. — Coupe schématique transversale du péricarpe.
Epd = épiderme; Hypd = hypoderme; Ox = cavités laissées par les cellules à oxalate; Ffv = faisceaux fibrovasculaires; Ff = Faisceaux fibreux; Fv = faisceaux vasculaires; F = fibres; Xyl = Xylème; Ph = Phloème.

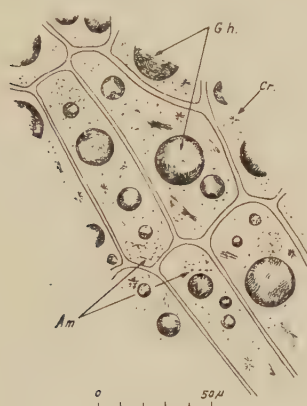


FIG. 8. — Coupe longitudinale dans le mésocarpe huileux après traitement en Soudan III et à l'eau iodée.

Am = grains d'amidon; Cr = cristaux d'acide gras; G. h. = globules d'huile.

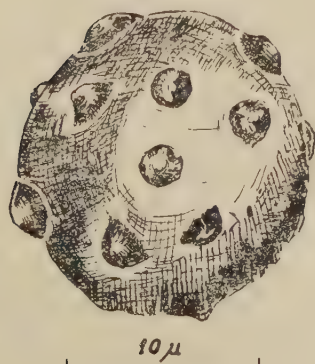


FIG. 10. — Stegmata.

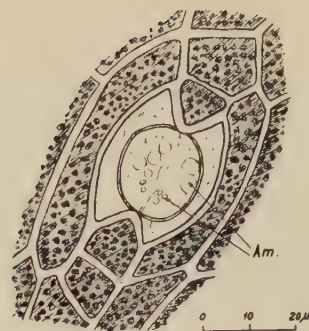


FIG. 7. — Vue en plan de l'épiderme aux alentours d'un stomate.

Am = grains d'amidon.

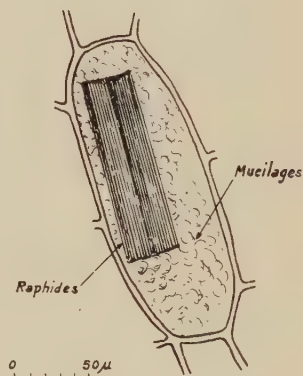


FIG. 9. — Cellule à oxalate de calcium en coupe longitudinale.

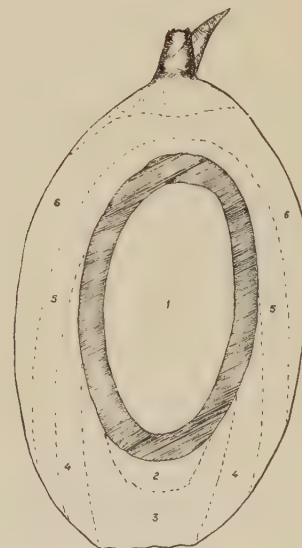


FIG. 11. — Schéma des zones d'apparition successive des matières grasses dans le fruit de palme.

page 8), en plus grand nombre dans les parties médianes et supérieures du fruit.

Les membranes de ces cellules se colorent facilement à la safranine et au vert d'iode. L'eau iodée, en présence d'acide sulfurique ou de chlorure de zinc, ne les colore pas en bleu. Ce sont là des caractères de membranes fortement lignifiées ou cutinisées.

La cuticule se colore facilement à la safranine et au vert d'iode. Nous n'avons pas réussi à la colorer au Soudan III, même après bain prolongé (*).

Le contenu des cellules varie au cours de la maturation, suivant l'exposition de l'épiderme à la lumière.

- a/ - Les parties exposées à la lumière, d'aspect extérieur noir violacé, contiennent d'abord des colorants anthocyaniques et des chloroplastes. Pendant les dernières phases de la maturation, les colorants anthocyaniques persistent mais les chloroplastes font place à des chromoplastes (voir figure 7 page 8) au contenu rouge-orangé. Les grains sont colorables en noir violacé par l'eau iodée (**)

(**) - Préparée comme suit :

0,350 g. d'Iode
1,350 g. d'Iodure de potassium,
100 ml d'eau distillée.

(*) - Nous utilisons la préparation suivante :

0,100 g de Soudant III,
100 ml d'hydrate de chloral,
100 ml d'alcool éthylique à 90°,
qui nous a conduit à de très bons résultats pour la coloration des lipides.

D'après LISON [64] cette réaction est caractéristique des caroténoïdes et on pourrait en voir une confirmation dans le fait que l'huile de palme obtenue à l'usine de Pobé, titrant 1,5 gramme par litre de carotène, donne après dissolution dans l'essence B, filtration puis évaporation, une coloration bleu-verdâtre très foncée avec l'eau iodée. Nous ne pouvons cependant affirmer que telle est bien la nature de ce contenu car la réaction donnée par GLICK [34] (traitement à l'acide sulfurique concentré après séjour des coupes une semaine dans la potasse alcoolique), nous a conduit à une coloration bleue brúnatre diffuse au lieu de la formation de cristaux bleus caractéristiques.

b/ - Les parties non exposées à la lumière ne contiennent pas de colorants anthocyaniques. Un mois avant maturité elles ne contiennent que quelques rares chloroplastes. Ensuite, apparaissent en quantité de plus en plus grande des chromoplastes semblables à ceux décrits ci-dessus.

Quel que soit le stade de maturation du fruit, quelle que soit leur localisation, les stomates contiennent toujours des grains d'amidon sphériques, de taille apparente assez grande (3 à 5 μ) mais réductibles en grains plus petits (voir figure 7 page 8), colorables en bleu vif par l'eau iodée. Il n'y a pas de chromoplastes dans leurs cellules "compagnes".

On ne trouve pas d'amidon dans les autres cellules de l'épiderme. Il peut en apparaître quelquefois dans les cellules voisines des stomates, par entraînement hors de la coupe.

B. - L'Hypoderme.

Nous dénommons ainsi les 3 ou 4 rangées de cellules situées sous l'épiderme, de taille nettement inférieure à celle des cellules du mésocarpe. Grossièrement parallélipipédiques, elles ont des dimensions voisines de : hauteur 15 à 25 μ , longueur 20 à 40 μ , largeur 20 à 40 μ .

Leurs membranes sont du type de celles des cellules du mésocarpe huileux que nous étudierons plus loin.

Leur contenu est très voisin de celui des cellules de l'épiderme. On y trouve ou non des anthocyanes, suivant l'exposition de la surface du fruit à la lumière, et des chloroplastes, en quantité plus grande que sous l'épiderme, localisés dans les 2 ou 3 premières couches subépidermiques. En fin de maturation ces chloroplastes évoluent en chromoplastes. Contrairement à BLOMMENDAAL, nous n'avons jamais constaté la présence de grains d'amidon dans cette région du fruit. Bien qu'il nous soit difficile d'être affirmatifs, car les coupes ne peuvent se faire sans entraînement d'huile, nous n'avons pas non plus observé de matières grasses dans le contenu cellulaire de cette région.

3°/ - LE MESOCARPE.

De forme sensiblement parallélépipédique, les cellules du mésocarpe ont des dimensions d'environ : $40\mu (\pm 10) \times 40\mu (\pm 10) \times 65\mu (\pm 15)$. Leur membrane est mince et de nature pectocellulosique. En effet, l'eau iodée les colore en bleu en présence d'acide sulfurique concentré et le rouge de ruthénium très dilué leur confère une coloration rose pâle après immersion prolongée. Leur dissociation n'est pas aussi aisée que KEHREN l'a décrit : après séjour prolongé dans une solution d'oxalate d'ammonium à 0,5% nous n'avons pu observer aucune séparation des éléments des membranes.

En fin de maturation, les cellules s'emplissent d'huile (voir figure 8 page 8) très facilement colorable par le Soudan III. Parallèlement apparaissent dans les mêmes cellules des grains d'amidon. La simultanéité des deux apparitions est si parfaite que l'on peut utiliser l'eau iodée aussi bien que le Soudan III pour suivre les localisations successives de l'huile dans la pulpe du fruit au cours de la formation des matières grasses. Ce phénomène que nous avons vérifié plus de cent fois n'est pourtant

pas admis par nos prédécesseurs. HANAUSEK ne semble pas avoir caractérisé d'amidon; l'iode dans ces essais n'a fait qu'apporter un jaunissement d'où il conclut à la présence de protéines. BLOMMENDAAL ne constate l'apparition d'amidon qu'en fin de maturation, encore ne le localise-t-il que dans les cellules proches de l'épiderme. BOUFFIL n'a pu mettre en évidence l'amidon que sur la variété Pisifera (fruits sans coque) et KEHREN ne l'a jamais caractérisé. Il nous semble probable que ces auteurs n'ont pas respecté les deux conditions essentielles pour caractériser l'amidon dans ce tissu : une eau iodée fraîche et concentrée, des fruits récemment récoltés. D'autre part, si à l'oeil nu, on peut facilement observer le noircissement des tissus lors de l'immersion d'une coupe dans une solution d'eau iodée, il est moins aisé de découvrir au microscope des grains caractéristiques colorés en bleu vif. Ces grains cachés sous la masse d'huile ne sont visibles que sur le bord des coupes ou après double traitement par le Soudan III à l'hydrate de chloral et l'eau iodée (voir figure 8 page 8). Un autre point important est la disparition progressive de ces grains après récolte du fruit, disparition lente mais certaine. Des fruits conservés plus de 5 à 6 jours ne donnent plus la réaction caractéristique de l'amidon. Nous n'avons pu préciser si ce phénomène était dû à une hydrolyse en sucres simples ou à une transformation en précurseurs de matières grasses ou matières grasses elles-mêmes par un processus semblable à celui découvert par SVESHNIKOVA (90), (91). C'est peut-être un phénomène analogue qui est à l'origine de la synthèse de l'huile, bien que dans la pulpe du fruit de palme nous nous trouvions devant une apparition simultanée d'amidon et de matières grasses, à première vue bien différente des conditions étudiées par SVESHNIKOVA, où il y a accumulation initiale d'amidon suivie nettement après de formation d'huile, avec un décalage si évident que les auteurs précédents n'avaient pu observer la transformation. Il peut se produire dans le mésocarpe d'Elaeis un phénomène identique mais beaucoup plus rapide. Ignorant, lors de nos essais, les techniques de coloration décrites par SVESHNIKOVA, nous n'avons pu ni confirmer ni

infirmer cette hypothèse.

Colorée en rouge-orangé, l'huile que contiennent les cellules du mésocarpe est certainement riche en caroténoïdes. Cependant nous n'avons pu observer de cristaux caractéristiques. Il est vraisemblable que ceux-ci sont dissous dans l'huile et invisibles au microscope. Rappelons à ce propos que ROBERTS et SOUTHWICK [82] semblent d'ailleurs avoir démontré que les "cristaux" de carotène ne sont qu'une fausse apparence d'un agglomérat de corpuscules de diamètre inférieur au micron.

4°/ - LES CELLULES A OXALATE DE CALCIUM.

Le mésocarpe en est parsemé (voir fig. 6 page 8). On peut voir leur curieux arrangement en file, en coupe longitudinale épaisse. Ces cellules sont plus particulièrement abondantes dans les tissus voisins de l'endroit où se détache le fruit. Elles ont une forme presque parfaitement parallélépipédique et si leur ^{longueur} ~~largeur~~ est plus grande : 120 à 200 μ , leur hauteur et leur largeur sont voisines de celles des cellules du parenchyme (voir fig. 9 page 8). A côté de belles aiguilles d'oxalate de calcium, elles contiennent des globules colorables par le rouge de ruthenium. Comme ces globules ne possèdent pas les autres caractères histochimiques des protéides nous pouvons en accord avec GUERIN, conclure que ce sont des mucilages. Leurs membranes présentent les mêmes caractères que celles du parenchyme huileux.

5°/ - LES FAISCEAUX FIBRO-VASCULAIRES.

Ils parcourent le fruit dans toute sa longueur et le relient à l'axe de l'épi qui le supporte. Leur diamètre varie considérablement : de 10 μ à près d'un millimètre. On trouve dans la pulpe trois types de faisceaux : uniquement vasculaires, uniquement fibreux et fibro-vasculaires.

A. - Les faisceaux fibrovasculaires.

Les plus fréquents, ils se rencontrent à tous les stades du développement du fruit, de la limite de l'hypoderme à l'endocarpe. Leur densité et leur diamètre sont plus

grands près de la coque.

Les tissus vasculaires : phloème et xylème sont entourés d'une gaine épaisse de fibres. Certaines des fibres les plus externes portent des cellules contenant un grain sphérique, verruqueux et brillant (voir figure 10 page 8), de 10 à 20 μ de diamètre. Les grains donnent au faisceau examiné en coupe grossière et à faible grossissement l'aspect très curieux d'un bâton hérissé de petites boules brillantes. Ces grains résistent, même à ébullition, aux bases et aux acides concentrés; seul les attaque l'acide fluorhydrique qui en présence de fluorure de sodium les transforme en plaquettes hexagonales de fluosilicate de sodium. Ils ne s'éclairent pas en lumière polarisée. On doit donc les considérer comme des grains de pure silice, de structure amorphe. Bien que peu connus chez Elaeis, ces corpuscules qui portent le nom de Stegmata ont été largement étudiés chez d'autres monocotylédones : KOHL [56] a rédigé la moitié d'un volume sur leur présence et leur utilité. Récemment AIROLDI [2] les a "redécouverts" sur les "fibres" de Cocos nucifera que WINTON [106] avait fort bien décrites et dont la structure est très analogue à celle des faisceaux fibrovasculaires d'Elaeis. Traités par le mélange de SCHULTZE (acide perchlorique et acide nitrique) ces faisceaux se désagrègent en fibres vraies plus ou moins longues (de 150 à 500 μ de largeur) et effilées (10 à 20 μ de largeur). Certaines de ces fibres sont particulières et portent des ramifications entre lesquelles se logent les cellules à stegmata. On trouve encore après traitement par le mélange de SCHULTZE, des morceaux de tubes spiralés, dont on peut mieux observer la structure en coupe longitudinale sur tissu frais. On rencontre dans les faisceaux près de la coque des tubes vasculaires scalariformes, qu'on retrouve dans la "gerbe" de faisceaux qui relie la noix à l'épi.

Les fibres et le xylème se comportent comme des tissus très lignifiés.

Il ne nous a pas été possible de faire d'observations précises des vaisseaux du phloème, car en

coupe longitudinale, ils sont toujours déchirés.

B. - Les faisceaux uniquement fibreux.

Ils ne se trouvent que près de l'épiderme dans la région hypodermique. Certains peuvent en coupe transversale ne comporter que deux ou trois fibres, les plus gros n'en comportent qu'une vingtaine. HANAUSEK, se basant sans doute sur des observations en coupe transversale, a décrit comme des cellules de soutien, les plus petits d'entre eux. Ce sont en fait des files de fibres.

C. - Les faisceaux uniquement vasculaires.

Nous avons pu observer dans la pulpe du fruit jeune (de six à trois mois avant maturité) des petits faisceaux, d'environ 50 μ de diamètre, composés uniquement de tissu vasculaire, xylème en grande part. On les trouve près de l'hypoderme et près de la coque. Nous ne les avons jamais observés dans le fruit mûr.

6°/ - LOCALISATION SUCCESSIVE DE L'HUILE DANS LA PULPE.

Nous avons, sur ce point, entièrement confirmé les observations de BLOMMENDAAL (voir figure 11 page 8).

Alors que la formation des matières grasses débute dans la graine dès trois mois avant maturité, elle ne démarre dans la pulpe que lorsque la graine a atteint sa structure définitive.

Les matières grasses apparaissent à la base du fruit tout près de la noix et envahissent progressivement le mésocarpe par zones concentriques. Leur progression s'arrête à l'hypoderme qui ne contient jamais d'huile. Au sommet du fruit, dans la région voisine des restes du stigmate, il ne se forme pas non plus de matières grasses (voir figure 11 page 8).

Toutefois, localisation et concentration de l'huile ne sont pas obligatoirement en relation et certains fruits riches en huile accusent une teneur déjà importante (30% de la pulpe fraîche) alors que l'huile n'a pas encore envahi

toute la pulpe. D'autres au contraire accusent une teneur plus faible (20% de la pulpe fraîche) bien que l'huile ait atteint sa répartition maximale.

Nous avons vu que l'amidon suivait une évolution tout à fait comparable et que nous ne l'avons trouvé que dans les cellules où l'huile s'était déjà formée ou se formait.

7°/ - RECHERCHE D'AUTRES SUBSTANCES.

Les tannins (caractérisés par une coloration bleu-foncé en présence de sels ferriques) sont difficiles à localiser. Ils nous semblent diminuer au cours de la maturation et être localisés dans la région subépidermique riche en colorants anthocyaniques.

Nous avons pu caractériser des sucres simples réducteurs à tous les stades de la maturation par la réaction à la liqueur de FEHLING.

8°/ - CONCLUSION.

Le fruit de palme présente, toutes proportions gardées, un exocarpe très analogue à celui beaucoup mieux décrit et connu de Cocos nucifera. Si la structure anatomique est très comparable, le contenu cellulaire est cependant très différent ; l'épicarpe d'Elaeis semble très riche en caroténoïdes et le mésocarpe est très huileux. Enfin l'une des caractéristiques les plus curieuses de la pulpe du fruit de palme au moins en ce qui concerne la variété étudiée ici, est l'apparition simultanée de matières grasses et d'amidon en cours de maturation.

CHAPITRE DEUXIEME

EVOLUTION DU FRUIT ET DE QUELQUES-UNS DE SES CONSTITUANTS.

Nous nous proposons d'exposer nos recherches sur l'évolution durant la maturation du poids frais du fruit, des poids frais et secs de chacun de ses constituants (pulpe, coque, graine), de l'eau, des matières grasses, de l'azote, de chacun de ces tissus et enfin de leurs matières minérales (cendres, phosphore, potassium, calcium et magnésium).

Plusieurs études partielles ont déjà été publiées sur ce sujet. BLOMMENDAAL (14) a suivi pendant la dernière phase de la maturation, le pourcentage de matières grasses de la pulpe fraîche des fruits de plusieurs régimes, mais a négligé le poids du fruit et le pourcentage d'eau de la pulpe fraîche. Il craignait que le pourcentage de matières grasses de la pulpe fraîche ne le conduise à une interprétation fausse par suite d'une dessiccation artificielle du fruit; aussi a-t'il rapporté les matières grasses au poids de noix fraîche, moins sujet à la dessiccation. Cet artifice n'est pourtant pas satisfaisant du fait des variations considérables du pourcentage $\frac{\text{noix}}{\text{fruit}}$, d'un échantillon à l'autre, qui entraînent des courbes très irrégulières. DYKE et JAMES (29) ont relevé, pour un seul régime, les teneurs en eau et en matières grasses de la pulpe fraîche, pendant cette même période.

LAVERGNE (58 b), (59) et CAUHAPE (18) ont suivi l'évolution de la pulpe et de la graine du fruit pendant la dernière phase de la maturation. Si leurs résultats sont valables quant au poids du fruit entier, les chiffres qu'ils donnent pour les poids séparés de la pulpe et de la graine sont entachés d'une erreur par défaut. En effet, la graine n'est analysée qu'après

un temps d'attente suffisant pour qu'elle se décolle facilement de la coque et la pulpe n'est pesée qu'après épluchage et broyage. Dans les deux cas, il y a eu perte en eau par évaporation ce qui entraîne un faux résultat dans la détermination des pourcentages en eau et en matières grasses rapportés au poids frais. Seuls les pourcentages rapportés au poids sec restent valables, encore que pour la graine, il ait pu se produire des phénomènes de fermentation réduisant le poids sec.

Plus récemment KEHREN [55] rapporte dans sa thèse les courbes d'évolution de matières grasses et de matières pectiques rapportées à la pulpe sèche.

Enfin CROMBIE [23] [24] s'est proposé d'étudier l'évolution quantitative et qualitative des acides gras de la graine et de la pulpe. Une telle recherche impose évidemment de travailler dans un laboratoire bien équipé, le plus souvent inexistant près du lieu de culture du palmier à huile. CROMBIE a donc travaillé sur des échantillons expédiés en Angleterre après séparation des tissus en Afrique. Les poids frais n'ont pas été déterminés et les analyses portent principalement sur des échantillons récoltés avant maturation - un ou deux seulement des échantillons de fin d'essai renfermant des quantités notables de matières grasses dans la pulpe. L'auteur ne rapporte aucun résultat sur les variations de l'eau et des matières minérales, suit les variations des sucres et s'attache beaucoup plus à l'aspect qualitatif qu'à l'aspect quantitatif des variations des matières grasses, si bien que les résultats de CROMBIE et les nôtres ne font pas double emploi mais au contraire se complètent.

I. - EVOLUTION GENERALE DU REGIME ET MATURITE DE RECOLTE.

La biologie florale du palmier à huile a été étudiée très complètement par BEIRNAERT [9]. Rappelons qu'Elaeis Guineensis est caractérisé par une monoécie de caractère secondaire (les organes mâles et femelles existent dans les primordiums floraux, mais les uns ou les autres restant rudi-

mentaires, Elaeis forme le plus souvent des fleurs diclines portées dans la plupart des cas par des régimes unisexués). HENRY [44], [45] a démontré que l'on trouve à la base de toutes les feuilles du palmier des ébauches florales mâles ou femelles, dont le développement est lié à celui de la feuille. D'après cet auteur, si l'on appelle feuille de rang n°1 l'ébauche foliaire la plus proche du point végétatif et 2, 3, 4, 5...., les ébauches foliaires et les feuilles présentes sur un palmier jusqu'à n la plus âgée, on constate que le bourgeon axillaire est individualisé en tant qu'ébauche au niveau de la feuille de rang 4, qu'il acquiert une potentialité d'inflorescence vers le rang 29, une polarité sexuelle vers le rang 50 (moment où la feuille aborde la phase d'élongation rapide). La spathe extérieure s'ouvre vers le rang 75, la spathe intérieure vers le rang 76, la méiose, la floraison et la maturité se situent respectivement vers les rangs 79, 81 et 95. Notons également que toutes les feuilles portent une ébauche florale, mais que du fait d'un avortement fréquent et intervenant toujours après la sexualisation, on ne trouve pas une inflorescence par feuille devenue adulte.

La durée de vie de l'inflorescence liée à celle de la feuille est conditionnée par les facteurs externes principalement la température et la pluviosité. Chiffrée en mois, elle sera donc plus ou moins variable, suivant les variations de ces conditions d'une région à une autre ou dans une même région. A POBE (Dahomey) lieu de nos recherches, on peut chiffrer la durée moyenne de formation des feuilles à un peu plus de deux par mois ce qui conduit à :

- Vie de la feuille, de sa naissance à la maturité du régime qu'elle porte : 45 mois.
- Période de la sexualisation de l'inflorescence à la maturité : 20 mois.
- Date des avortements : 9 à 11 mois avant la maturité possible.
- Période de la floraison à la maturité : 6 mois.

Pour la dernière période qui nous intéresse, celle de la vie du fruit, il nous paraît indispensable de bien définir les termes véraison et maturité.

Véraison - Définie, en général, comme époque à laquelle le fruit commence à prendre la couleur de sa maturité, elle est difficile à situer exactement pour le fruit de palme. Elle correspond, en effet, à un jaunissement de la base des fruits les plus externes sur le régime. Pour son appréciation (très subjective) il est nécessaire de détacher le fruit du régime. Cette coloration correspond plus ou moins exactement à l'apparition d'huile dans la pulpe.

Maturité - Dans le cas des plantes fructifères, ULRICH [96] insiste sur la nécessité de garder à ce terme un caractère pratique : "communément, on dit d'un fruit comestible qu'il est mûr lorsqu'il est à point pour la consommation. L'accord est à peu près unanime sur ce point et il ne semble pas souhaitable d'attribuer un autre sens au qualificatif mûr; il n'en résulterait que des confusions." Il est toutefois difficile d'apprécier le caractère comestible du fruit de palme. De plus, il ne s'agit plus de définir la maturité d'un seul fruit, mais la maturité d'une infrutescence qui porte plusieurs centaines de fruits. C'est pourquoi, si l'on s'en rapporte à l'indigène, l'époque de la maturité peut s'étendre sur plusieurs semaines. En 1910, CHEVALIER [19] rapporte qu'il a vu fréquemment récolter 5 régimes sur un même arbre et, de nos jours, il est encore courant en palmeraie naturelle de noter une telle façon de faire. La peine et le danger qu'entraîne la coupe d'un régime sur un arbre de taille élevée poussent évidemment le récolteur à une certaine largesse d'appréciation. Il coupe donc, sur un même arbre, des régimes dont presque tous les fruits sont détachés et des régimes dont aucun fruit encore n'est détachable, mais dont la couleur, la dureté au toucher, l'aspect huileux après coupe à la machette lui paraissent satisfaisants.

Il est apparu aux Européens que la récolte de régimes à trop nombreux fruits détachés entraîne deux causes de perte importante, par augmentation du prix de revient de

la récolte (le ramassage des fruits détachés du régime entraînant une perte de temps), et par diminution de la qualité de l'huile extraite (les matières grasses des fruits détachés étant plus acides). Par ailleurs, il paraît logique d'attendre que les fruits se détachent afin qu'ils contiennent une quantité d'huile maximale. Ce sont ces considérations qui, jointes à la relative facilité de son appréciation, ont entraîné le critère de maturité suivant : époque à laquelle le régime a détaché librement de 10 à 50 fruits.

Nous verrons plus loin que, contrairement aux affirmations de BLOMMENDAAL et de LAVERGNE, mais conformément à la publication récente de DUFRANE et BERGER (28) ce critère ne correspond pas à une teneur maximale de l'huile du régime, les fruits restant adhérents continuant à s'enrichir en matières grasses.

Notons aussi que la maturité définie ainsi est indépendante de la capacité de germination de la graine. La figure 12 page 22, où nous comparons la courbe de germination de 2.400 noix, récoltées sur un régime DELI (palmier 160-36 à Pobé) en début de formation d'huile dans la pulpe des fruits (matières grasses de la pulpe fraîche : 7,8% - eau de la pulpe fraîche 75,8%), soit environ 3 semaines avant leur détachement naturel, à l'une des meilleurs courbes des essais de germination d'HENRY (43) lot VII expérience II 4.000 noix ténéra, en donne une bonne démonstration. Les courbes sont tout à fait comparables. Bien plus, si l'on tient compte des 3 mois d'attente avant mise en germe (dans le cas des essais d'HENRY), on peut penser qu'un lot de fruits non mûrs germe plus rapidement. Cette aptitude est sans doute en rapport avec le degré de porosité de la noix non mûre, plus grand que celui de la noix à maturité, facteur qui peut faciliter la meilleure pénétration de l'oxygène nécessaire à la germination comme l'a montré HUSSEY (48).

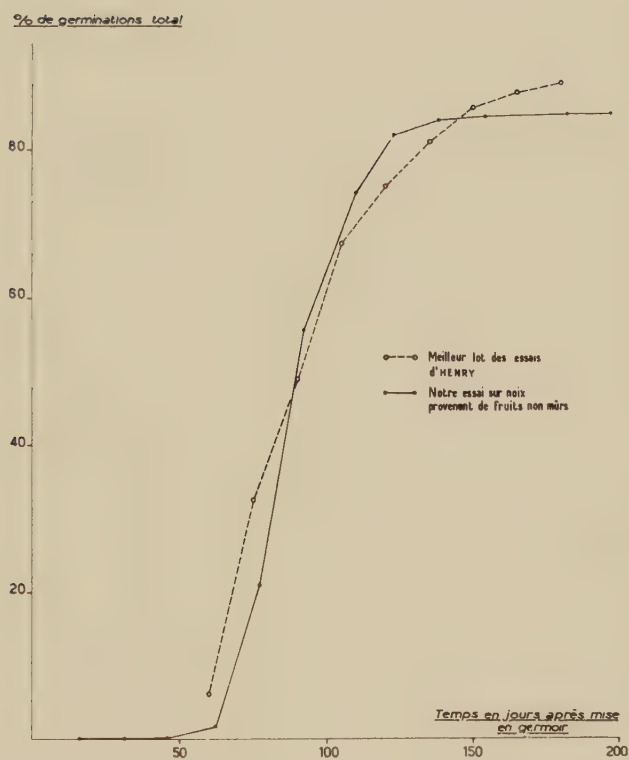


FIG. 12. — Capacité de germination de noix récoltées non mûres.

Nous pouvons maintenant essayer de chiffrer la durée de vie du fruit. Si l'on suit les fruits d'un régime depuis la fécondation, stade d'ailleurs difficile à préciser très exactement, on constate qu'après une nouaison peu perceptible, le fruit croît rapidement dans les 75 premiers jours puis semble alors arrêter sa croissance. La graine jusqu'alors liquide devient, à ce stade, peu à peu solide : c'est la "gélification". Extérieurement, le fruit ne semble plus subir de modifications jusqu'à la véraison, environ 55 jours plus tard. En coupe, on peut assister à une solidification rapide (15 jours) de la graine, puis à son durcissement progressif. La coque, encore tendre à la gélification, durcit progressivement et devient aisément séparable des autres tissus. Enfin, pendant la période véraison-maturité, que l'on peut fixer en moyenne à 35 jours, l'épiderme du fruit devient de plus en plus rouge, la pulpe s'enrichit visiblement en huile orangée et la coque déjà dure brunit progressivement. L'évolution totale est d'environ 165 jours. Il s'agit là de valeurs moyennes, tous les fruits d'un régime n'étant pas obligatoirement au même stade et de grandes variations pouvant avoir lieu d'un régime à l'autre ou d'un palmier à un autre. Ainsi, d'après une étude d'HENRY [42], à Pobé, sur 670 régimes, l'évolution totale varie de 150 à 180 jours et la maturation (définie comme la période véraison-détachement des fruits) de 20 à 45 jours.

Si l'on ne coupe pas le régime après détachement des premiers fruits, les fruits se détachent de plus en plus nombreux mais on trouve des fruits adhérents 15 à 20 jours après maturité. Notons d'ailleurs que le détachement des fruits est très variable d'un arbre à l'autre, que le nombre de fruits détachés chaque jour est proportionnel au nombre total des fruits du régime et qu'à nombre de fruits égal, la vitesse de détachement paraît être un caractère génétique : elle semble plus grande pour les régimes à petits fruits de type "POBE" que pour les

régimes à gros fruits de type "YANGAMBI" et "DELI".

Le fruit détaché ne forme plus de matières grasses, comme l'ont démontré LAVERGNE [58c] et BLOMMENDAAL [14], mais il n'est pas impossible qu'il reste le siège d'autres phénomènes tels qu'hydrolyse des sucres et augmentation des caroténoïdes.

II. - DESCRIPTION DES ESSAIS. CONDUITE GENERALE DES ANALYSES.

A. - DESCRIPTION DES ESSAIS. MODE DE PRELEVEMENT.

Tous nos essais ont été effectués sur palmiers plantés à Pobé d'origine DELI. Les cinq premiers essais ont été menés sur 5 régimes d'arbres différents, plantés dans la parcelle 36, dont les palmiers sont issus d'un même régime d'origine DELI fécondé librement. Ces arbres, de parents mâles inconnus, portent des régimes de caractère typiquement DELI. Leur plantation date de Mai 1938, à partir de noix mises en germe en Mai 1936.

Le dernier essai (F) a été réalisé sur le régime d'un palmier plus jeune, planté à Pobé en 1950 et issu d'un croisement JL 1109 X JL 1122 conduisant à la nouvelle "famille" SOCFIN 1449, de l'expérience de sélection internationale. Les régimes de cet arbre présentent des caractères typiquement "DELI".

Nos essais consistaient en l'analyse de prélèvements successifs d'échantillons de 10 ou 20 fruits, détachés au couteau sur toute la face externe d'un même régime. Cette opération est malaisée et pour obtenir un échantillon de 10 fruits peu abimés, il est le plus souvent nécessaire d'en blesser ou détacher une vingtaine d'autres. Cela tient à la très grande adhérence des fruits aux épillets et à leur disposition très serrée les uns contre les autres. Aussi ce mode de prélèvements successifs conduit-il en fin d'essai à un aspect très anormal du régime mutilé et peut faire craindre de fausser les résultats.

tats des analyses. Nous discuterons plus loin de sa valeur. De toutes façons, il nous était impossible de procéder par constitution d'échantillon moyen de fruits prélevés sur plusieurs régimes (ce qui aurait réduit le nombre de fruits à prélever sur chaque régime et en conséquence le degré de mutilation) car il est extrêmement difficile de relever plusieurs régimes, à la fois de caractères variétaux identiques, à un même stade d'évolution et surtout destinés à évoluer d'une façon identique.

Nos prélèvements, toujours effectués le matin vers 10 heures, ont subi des analyses variables que nous précisons ci-dessous.

Essai A. - Arbre 76-36, porteur d'un seul régime au moment de l'essai. Sept prélèvements de 2×10 fruits, du 7.9.54 au 4.10.54, pendant la formation des matières grasses de la pulpe. La maturité a eu lieu le 28.9.54, la véraison vers le 5.9.54. Après pesée des fruits, de la pulpe et des noix, la première série d'échantillons de pulpe de 10 fruits a été analysée pour l'eau et les matières grasses, l'autre pour les sucres. Deux prélèvements éloignés ont été traités en vue de la mesure de l'indice de saponification et de l'indice d'iode des matières grasses de la pulpe.

Essai B. - Arbre 68-36, porteur d'un seul régime au moment de l'essai. Neuf prélèvements successifs de 8 ou 10 fruits, du 16.12.54 au 17.1.55. La maturité a eu lieu le 15.1.55, la véraison vers le 20.12.54. Analyse de l'eau et des matières grasses de la pulpe après pesée des fruits, de la pulpe et des noix.

Essai C. - Arbre 18-36, porteur de 9 régimes au moment de l'essai régimes analysés par ailleurs à maturité pour l'eau et les matières grasses de leur pulpe. Neuf prélèvements successifs de 2×5 fruits, du 9.2.55 au 14.3.55. La maturité eut lieu le 11.3.55, la véraison vers le 18.2.55. Analyse de l'eau et des matières grasses de la pulpe après pesée des fruits de la

pulpe et des noix. Analyses minérales ultérieures (N.P.K. Ca.Mg) de la pulpe sèche deshuilée, des coques sèches et des graines sèches.

Essai D. - Arbre 47-36, porteur d'un seul régime au moment des essais. Quatorze prélèvements successifs de 2×5 fruits, du 4.2.55 au 21.3.55. La maturité eut lieu le 16.3.55, la véraison vers le 4.2.55. Mêmes analyses que pour l'essai C.

Essai E. - Palmier 101-36, porteur d'un seul régime au moment des essais. Huit prélèvements successifs de 2×5 ou 2×10 fruits, du 19.4.56 au 28.8.56, soit de la phase liquide de la graine (gélification le 25.5.56 environ - véraison vers le 20.7.56) à la maturité le 28.8.56. Pesées par groupe de 5 ou 10 fruits, du fruit entier et de chacun de ses constituants. Analyse de l'eau de la coque, de l'eau et des matières grasses de la pulpe et de la graine. Incinération immédiate du premier prélèvement de pulpe, des 2 premiers prélèvements de coque et des 7 premiers prélèvements de graine. Analyses minérales ultérieures : cendres et azote pour les prélèvements non incinérés, phosphore, potassium, calcium et magnésium pour tous les échantillons, fer et silice pour quelques-uns.

Essai F. - Palmier 17-37, parcelle 436, porteur de 8 autres régimes au moment de l'essai, régimes analysés par ailleurs. Onze prélèvements (*) successifs de 2×10 ou 2×5 fruits, du 15.1.57 au 18.5.57, soit de la phase liquide de la graine (gélification vers le 15.2.57 - véraison vers le 10.4.57) à la maturité le 15 Mai 57. Détermination séparée, fruit par fruit, pour chaque échantillon de chaque prélèvement, des poids frais du fruit entier, de la coque et de la graine. Détermination immédiate de l'eau de la coque et de la graine,

(*) - La préparation particulièrement délicate de ces échantillons, l'analyse de l'eau et l'incinération des premiers prélèvements, ont été réalisées par Dr. Th. WORMER et R. OCHS, après notre départ d'A.O.F.. Nous leur exprimons toute notre reconnaissance.

de l'eau et des matières grasses de la pulpe, par groupe de 5 ou 10 fruits. Analyse ultérieure des matières grasses de la graine, par groupe de 5 ou 10 fruits. Incinération immédiate des 3 premiers prélèvements. Analyses minérales ultérieures : azote (sauf pour les 3 premiers prélèvements) phosphore, calcium, potassium et magnésium.

B. - ATTRIBUTION DES DATES DES PRELEVEMENTS.

Dans un but pratique, nous avons cherché à dater nos prélèvements par rapport à la maturité définie plus haut. Dans nos essais, cette date est légèrement imprécise du fait de l'influence des blessures, causées aux fruits, sur leur détachement. Elle est sujette à une erreur de ± 2 jours environ. Nous avons choisi d'appeler cette date : 0, la date des prélèvements antérieurs : - n, - n'.... et la date des prélèvements ultérieurs + n, + n'.... n, n', étant exprimé en jours à partir de la maturité.

Il est possible, grâce aux précisions du paragraphe précédent de refaire deux autres datations en choisissant comme point : 0 la véraison du fruit ou la gélification de la graine.

Il nous a été impossible d'envisager une datation à partir de la fécondation, la détermination de cette phase de la vie du régime étant trop imprécise.

C. - TECHNIQUE DES ANALYSES.

1°/ - DETERMINATION DES POIDS FRAIS.

- Pour les 4 premiers essais (A, B, C, D,) nous avons appliqué la technique suivante :

Après prélèvement et transport des fruits en boîtes étanches préalablement tarées, le poids total des fruits est déterminé par différence : poids de la boîte pleine - Poids de la boîte vide et le poids moyen d'un fruit par calcul.

Après épluchage au couteau (en prenant soin de bien racler les noix), la pulpe est broyée dans un mortier de porcelaine de 150 mm de diamètre environ, puis transvasée dans un récipient taré convenable (capsules de porcelaine ou verre à décanter PYREX de 250 ml). Les mains, le couteau, le mortier, le pilon et les noix sont rigoureusement essuyés à l'aide de deux grammes environ de coton préalablement pesé sec. Les noix sont immédiatement pesées au décigramme près.

- L'essai E a été conduit différemment. Après prélèvement, les fruits, mis par groupes de 5 ou 10, dans des boîtes étanches tarées, ont été pesés dès l'arrivée au laboratoire pour déterminer le poids des fruits entiers. Après dépulpage rapide et détermination du poids de pulpe par différence fruits-noix, les noix ont été coupées ou brisées et les coques grattées ou lavées intérieurement à l'eau bidistillée pour les prélèvements où la graine était en phase liquide. Sauf dans les premiers prélèvements, où la détermination du poids de la graine a été faite par différence noix-coques, les coques et les graines ont été ensuite pesées séparément.
- Pour la conduite de l'essai F, il a encore été procédé différemment. Chaque fruit d'un échantillon de 5 ou 10 fruits a été mis dès le prélèvement en boîte à tare, puis pesé séparément au mg. près. Après séparation, chaque partie du fruit a été mise en boîte à tare et également pesée au mg près, sauf pour les trois premiers prélèvements, où le poids de l'amande a été déterminé par différence : Fruit - coque + pulpe . Cette manière de procéder a permis d'éliminer les fruits anormaux parthénocarpiques, difficiles à différencier sur certains types de régimes d'après leur seul aspect extérieur et les fruits à plusieurs graines.

Elle nous a permis aussi de calculer la variation du poids frais du fruit et de chacune de ses parties, pour chaque échantillon. La suite des analyses a été faite sur des échantillons moyens de 5 ou 10 fruits.

- Malgré ces précautions, les résultats des deux derniers essais E et F sont entâchés d'erreur :
 - a/ - Dans la détermination du poids frais des graines des premiers prélèvements qui n'est qu'approximative.
 - b/ - Dans la détermination du poids frais de chaque partie du fruit, soit par évaporation de l'eau, soit par perte mécanique lors de la séparation. Dans l'essai F où nous avons pu évaluer cette perte à partir du 3ème prélèvement, elle est assez faible, variant en valeur relative de 1,0 à 2,5% avec une valeur moyenne de 1,3%.
 - c/ - Dans la séparation des tissus. Dans les premiers prélèvements il est très fréquent d'entamer la coque lors du dépulpage ou au contraire de laisser un peu de tissu propre à la pulpe sur la coque. Dans les derniers prélèvements, il est à peu près impossible de ne pas laisser un peu d'albumen et de tégument, contre les parois de la coque.
- Les résultats des premiers essais (A, B, C, D), quant aux poids frais du fruit entier et de la pulpe, ont pu être légèrement faussés par la présence de quelques fruits parthénocarpiques ou à plusieurs graines.

2°/ - DETERMINATION DES POIDS SECS ET DES POIDS DE MATIERES GRASSES .

- Pour les essais A, B, C, D, nous avons procédé de la façon suivante :

Dessication .

La pulpe est desséchée par séjour d'une nuit en étuve à gaz butane réglée à 105°C. Le poids sec de la pulpe est facilement obtenu par différence :
Poids (récipient + coton + pulpe sèche) - Poids (récipient + coton).

Calcul :

Le poids frais de la pulpe étant obtenu par différence : Poids des fruits - Poids des noix, on obtient facilement le pourcentage en eau de la pulpe par le calcul :

$$\frac{\text{Eau}}{\text{Poids frais}} \% = \frac{\text{Poids frais} - \text{Poids sec}}{\text{Poids frais}} \times 100$$

Extraction des matières grasses.

Les matières grasses de la pulpe ont été extraites au Soxhlet, à l'essence B, après 8 à 10 heures d'extraction et avec 2 broyages au cours de cette opération. Nous n'avons pas utilisé de cartouches filtrantes spéciales, mais avons disposé, de part et d'autre de la pulpe à extraire, le coton préalablement employé lors de l'épluchage et des opérations de transfert. Ceci nous a permis de traiter l'échantillon entier, toujours d'un volume important. Le poids de matières grasses a été déterminé sur la totalité de l'extrait, par distillation du solvant après filtration sur filtre taré. En effet, le coton était insuffisant pour arrêter de fins débris de pulpe, plus abondante dans les prélèvements voisins de la maturité, débris constitués en grande partie de grains d'amidon. Par ailleurs, après évaporation à l'air libre du solvant et dessiccation à l'étuve à 105°C, nous avons déterminé la quantité de pulpe sèche deshuilée de chaque échantillon par différence :

$$\text{Poids (Résidu + Filtre + Coton)} - \text{Poids (Coton + Filtre)}$$

On pourra voir dans nos résultats que le rapport :

$$\frac{\text{Poids sec deshuilé} + \text{matières grasses}}{\text{Poids sec}}, \text{ est rarement inférieur à } 0,99.$$

- Pour les essais E et F nous avons procédé comme suit :

a/ - Coques .

Détermination des poids secs après dessiccation à + 50°C sous vide pour les premiers échantillons, après dessiccation à l'air libre à + 105°C pour les échantillons de coques dures.

b/ - Pulpe et graines .

Après addition de coton taré à l'échantillon, dessiccation à + 50°C sous vide, extraction des matières grasses de la pulpe et pesée des poids secs deshuilés comme dans les essais A B C D. . Extraction des matières grasses de la graine au Soxhlet avec de l'essence B en utilisant de petites cartouches filtrantes : première extraction directe sans broyage, deuxième extraction après broyage au "TURMIX", troisième et quatrième extraction après broyage au mortier (*). Pesée ultérieure de la graine sèche deshuilée. Au cours de ces opérations, particulièrement délicates pour les graines très dures des derniers prélèvements, nous avons enregistré des pertes assez importantes que l'on retrouvera dans nos résultats où la somme : poids de la graine sèche deshuilée + poids des matières grasses, est toujours inférieure au poids de la graine sèche.

3°/ - ANALYSE QUALITATIVE DES MATIERES GRASSES.

Ces analyses réalisées sur 2 prélèvements seulement ont été effectuées après macération à l'alcool par extraction à l'éther. Une partie aliquote des extraits alcooliques et étherés réunis a été évaporée sous vide. Nous avons appliqué les méthodes classiques de l'A.F.N.O.R. { 1a } { 1c }.

(*) - On peut se rendre compte, par la complication de la technique que nous avons utilisée, combien est difficile l'extraction complète des matières grasses de la graine. Il est probable que certains résultats faibles trouvés dans la littérature, en particulier, ceux de CROMBIE { 23 } , sont dus à une extraction incomplète.

4°/ - ANALYSE DES SUCRES.

Après stabilisation, (*) par projection dans l'alcool éthylique bouillant, les fruits ont été épluchés, puis le poids de pulpe fraîche déterminé par différence : poids des fruits entiers - poids des noix.

Après les opérations classiques : extraction à l'alcool éthylique à 80°, neutralisation des extraits par CO_3Ca , distillation de l'alcool sous vide, reprise par l'eau chaude, séparation des matières grasses par l'éther ordinaire, défécation à l'acétate de plomb, élimination de l'excès de plomb et concentration du filtrat, nous avons dosé les sucres réducteurs et les sucres totaux par la méthode classique de G. BERTRAND. Nous n'avons que peu de confiance dans les résultats que nous avons obtenus, car la neutralisation en présence d'une quantité importante de matières grasses, était peut-être imparfaite.

5°/ - ANALYSES MINÉRALES.

a/ - Préparation des échantillons.

Certains d'entre eux, entièrement incinérés, ne nous ont posé aucun problème de préparation. Mais tous les échantillons des essais C et D et tous les échantillons importants en poids des essais E et F ont dû être homogénéisés par broyage, afin de permettre une prise d'essai suffisamment représentative. Cela a entraîné quelques difficultés du fait de la présence de coton et de filtre souillé et de l'impossibilité d'appliquer à chacun des tissus la même méthode de broyage.

Pulpe sèche deshuilée. - Après récupération, le

(*) - Il est nécessaire d'effectuer cette stabilisation avant l'épluchage; la pulpe détient en effet une lipase qui hydrolyse très rapidement les matières grasses et qui est libérée par simple épluchage.

cas échéant, des résidus adhérents aux filtres, par grattage, les échantillons, coton inclus, ont été passés au broyeur "ALPINE", utilisé à l'I.R.H.O. pour le diagnostic foliaire. Le coton ne passe pas à travers les grilles du broyeur et bien secoué devient net de débris. La pulpe est finement réduite en poudre.

Coques. - Les broyeurs classiques ne nous ont pas conduit à de bons résultats, les débris formant des boules gommeuses enrayant l'appareil. Nous avons dû nous contenter de réduire les coques en petits morceaux par passage au broyeur à couteaux "TURMIX".

A condition d'utiliser des prises d'essais importantes (2 à 5 grammes sont le plus souvent nécessaires pour les coques très pauvres en matières minérales) deux analyses complètes d'un même échantillon conduisent à des résultats très voisins (1 à 5% d'erreur suivant la détermination).

Graines. - Les résidus après extraction des essais E et F étaient suffisamment broyés pour permettre une prise d'échantillon réduite. Dans le cas des essais C et D, où nous avons analysé des graines simplement desséchées, un broyage au "TURMIX" nous a conduit à une préparation suffisamment homogène.

b/ - Conduite des analyses.

D'une manière générale, toutes nos analyses ont été effectuées "biologiquement en double", deux échantillons, séparés dès le prélèvement étant analysés.

Tous les échantillons de l'essai E et quelques autres échantillons ont de plus été analysés "chimiquement en double", deux prises d'essai étant analysées pour chaque échantillon.

Nous avons utilisé les méthodes mises au point [11] , par l'équipe du diagnostic foliaire de l'I.R.H.O. (*).

c/- Incinération et mise en solution.

Suivant les prises d'essai (déterminée afin d'avoir une concentration terminale convenable en K, Ca et Mg) l'incinération a été effectuée au four à moufle pendant un temps de 30 minutes ou 1 heure exceptionnellement (pour les gros échantillons de coques), à une température voisine de 550°C, en capsule de silice. Nous n'avons pas toujours relevé le poids de cendres après cette opération, n'attachant qu'une importance minime à cette valeur, largement influencée par la présence de silice, dont la pulpe et la coque sont très riches. Les cendres ont été ensuite reprises par 2 ml d'HCl concentré, évaporées au bain de sable à 200°C pendant 1 heure afin d'insolubiliser la silice. Dissoutes par 2 ml environ d'HCl 0,1 N, puis par de l'eau bidistillée, elles ont été amenées à volume de 25 ou 50 ml après filtration sur verre fritté.

d/ - Phosphore.

Cet élément a été dosé par colorimétrie avec le réactif nitrovanadomolybdique, au spectrophotomètre JEAN et CONSTANT, à $\lambda = 460 \text{ m}\mu$. La densité

(*) - Nous exprimons toute notre gratitude à Madame PICARD et à Madame VALENTIN, pour l'aide qu'elles nous ont apportée dans ces analyses et notre reconnaissance particulière à J. BESSUAND, qui a effectué pour nous toutes les mesures au spectrophotomètre d'émission BECKMANN, mesures nécessitant une grande expérience et une grande rapidité d'exécution.

optique étant mesurée en cuve de 50 mm par rapport à un "blanc" sans phosphore et les calculs effectués par rapport à la valeur d'un témoin étalon, à 100 µg de P pour 25 ml, déterminée pour chaque série de dosages.

e/ - Potassium, calcium et magnésium.

Nous avons utilisé les méthodes, mises au point par J. BESSUAND { 86 } [12] , au spectrophotomètre de flamme BECKMANN avec flamme hydrogène-oxygène. Pour chaque élément les conditions d'analyse ont été rapportées tableau I.

Elément.	Lectures à en mµ	Bande passante en mµ	largeur de fente en mm.
K	767	4	0,04
Ca	556	3	0,10
Mg	370	2,5	0,32

Tableau I

Nous avons été amenés à utiliser, en référence, des séries d'étalons très variables, les tissus analysés ayant des quantités très différentes de K, Ca, Mg. L'interférence de K et Ca sur Mg et celle assez rare de Fe sur Ca et Mg ont été corrigées par calcul.

f/- Azote.

Nous avons retenu la méthode utilisée à l'I.R.H.O. (variante de la technique de KJELDAHL) pour le diagnostic foliaire [11] , en partant de prises d'essai suffisantes, pour avoir à verser en fin de dosage de 3 à 5 ml de solution titrée.

g/- Précision des dosages.

Nos essais préliminaires et la série des échantillons de l'essai E analysés "chimiquement en double" nous ont permis de dresser le tableau II.

Nature du dosage.	Erreur relative dans la détermination du pourcentage rapporté au poids sec.	
	Basses valeurs	Valeurs normales
Cendres	± 5%	± 1%
Azote	± 10%	± 5%
Phosphore	± 10%	± 5%
Potassium	± 5%	± 2%
Calcium	± 10%	± 5%
Magnésium	± 20%	± 7,5%

Tableau II

Nous entendons par "basses valeurs", les concentrations inférieures à 100 µg par gramme de poids sec que nous avons eues à doser pour les coques en fin d'évolution. Le tableau ci-dessus met donc en évidence l'imprécision relative des méthodes que nous avons utilisées. Toutefois, les différences entre deux échantillons d'un même prélèvement étaient souvent bien supérieures à celles de deux doubles sur un même échantillon, si bien qu'il eût été vain de rechercher une précision plus grande. Par ailleurs, cette imprécision relative n'affecte guère l'interprétation de nos résultats où nous avons souvent mis en évidence d'énormes variations des éléments

minéraux rapportés au poids sec, au cours de l'évolution de chacune des parties du fruit.

6°/ - EXPRESSION DES RESULTATS.

Le plus souvent possible nos résultats sont exprimés en poids pour un fruit et en pourcentages du poids frais et du poids sec, sans préjuger de la valeur de chacun de ces modes d'expression.

III. - RESULTATS .

Pour ne pas surcharger le texte, tous nos résultats ont été rapportés en annexe dans les tableaux A à F. Nous ne rappellerons ci-dessous, que les points les plus intéressants.

A. - EVOLUTION DES POIDS FRAIS.

1°/ - FRUIT ENTIER.

Pendant les premiers mois de son évolution le fruit augmente rapidement de poids. Environ 3 mois avant le détachement du fruit, cette augmentation s'arrête et on n'observe plus de variation jusqu'à la formation des matières grasses de la pulpe (voir figures 14 et 15 page 38). Pendant cette dernière période qui couvre environ les 30 derniers jours de la vie du fruit, nos résultats conduisent à deux types de courbes :

a/ - sans augmentation de poids nette (fig. 13 B et 13 D et fig. 14 page 38).

b/ - avec augmentation de poids nette (fig. 13 A et 13 C et fig. 15, page 38).

Nous reviendrons plus loin, sur les raisons qui nous ont poussés à ne retenir comme vraisemblable que le premier type d'évolution et nous ne mentionnerons ici que quelques faits complémentaires qui démontrent la grande difficulté de

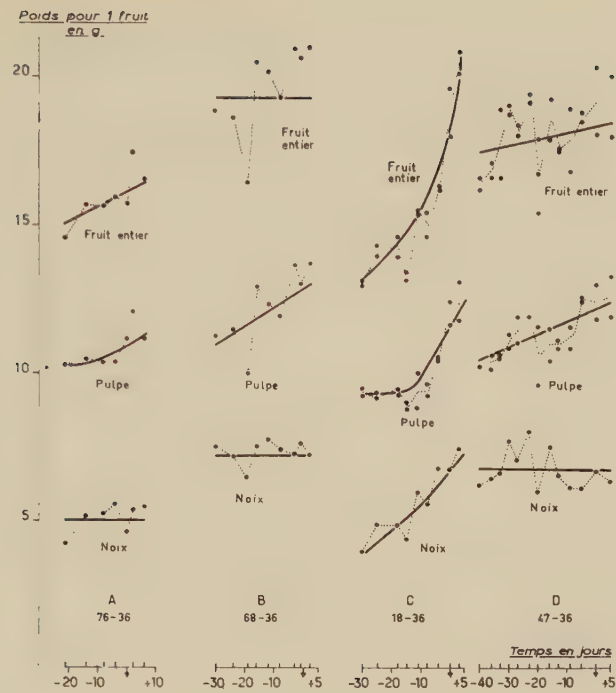


FIG. 13. — Evolution des poids frais des différentes parties du fruit, en poids pour un fruit, pendant les derniers jours de la maturation, sur les 4 régimes des essais A B C D.

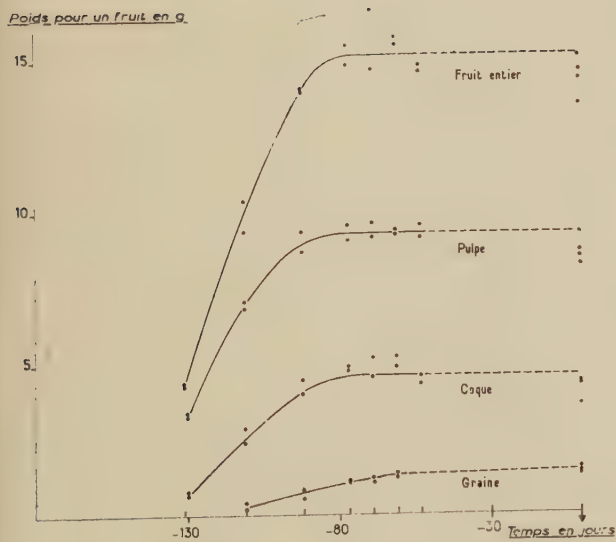


FIG. 14. — Evolution en poids pour un fruit, des poids frais de chaque partie du fruit sur l'un des régimes du palmier 101-36 (Essai E).

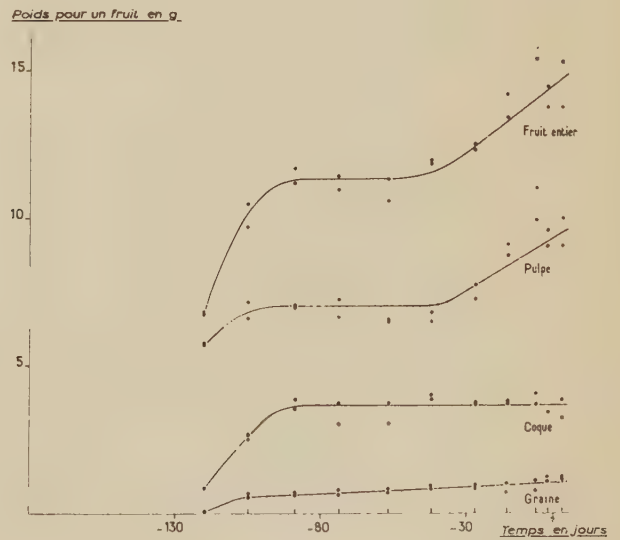


FIG. 15. — Evolution en poids pour un fruit, des poids frais de chaque partie de fruit sur l'un des régimes du palmier 17-37 436 (Essai F).

choisir entre ces deux types de courbes.

En effet, la présence, sur certains régimes, de fruits externes allongés, plus faciles à détacher dans les premiers prélèvements et plus légers que les fruits détachés ultérieurement, de formes plus sphériques, peut entraîner une augmentation apparente du poids. C'est sans doute ce phénomène qui nous a conduit à une courbe très ascendante pour l'essai C. Toutefois nous y avons pris garde pour les derniers essais E et F et il n'a pas pu intervenir. Une autre cause d'erreur réside dans la tendance qu'a l'opérateur à constituer un échantillon relativement homogène. En voici un exemple lors d'un essai préliminaire sur un régime porté par un arbre DELI (17-37-436) âgé de 6 ans. Trente fruits avaient été prélevés pour en retenir vingt, après élimination des fruits anormaux. Deux échantillons, a et b, avaient été constitués, en retenant dans l'ordre de leur prélèvement, pour l'un, les dix premiers fruits, pour l'autre, les dix derniers :

Poids du fruit		
Echantillon a	.	Echantillon b
3,95		4,13
4,71		4,02
4,28		3,57
5,15		3,65
4,46		4,42
5,13		3,60
4,72		3,48
4,99		3,47
4,50		3,43
4,87		4,36
Poids moyen	4,676	3,813
σ	$\pm 0,383$	$\pm 0,390$
σ_m	$\pm 0,121$	$\pm 0,123$

On voit qu'on peut mettre en évidence une différence "très significative" entre les deux échantillons, différence due uniquement au comportement de l'opérateur influencé par le choix du fruit précédent. Si un tel processus peut avoir lieu au cours d'un même prélèvement, il est à craindre à fortiori qu'il se produise au cours de prélèvements différents.

Aussi, malgré tous nos efforts pour lutter contre cette tendance, il est vraisemblable que plusieurs de nos prélèvements en aient souffert, de telle sorte que le facteur le plus gênant pour l'interprétation des résultats : la très grande variabilité du poids d'un fruit, ait été minimisé.

En effet, au cours d'une étude statistique impressionnante, WANDERWEYEN (98) a montré que, pour les seuls fruits externes le coefficient de variation de leur poids était de l'ordre de 25%. Nous n'avons jamais atteint cette valeur au cours de l'essai F, où les fruits de chaque échantillon ont été pesés et épluchés séparément : on peut voir dans le tableau III que le coefficient de variation est en général de l'ordre de 10% seulement. Il est possible que cette plus faible variabilité soit due à l'élimination des fruits anormaux mais la tendance à constituer un échantillon homogène a dû également jouer son rôle.

Quoi qu'il en soit, même en conservant les seuls résultats du tableau III, il apparaît difficile d'admettre une différence entre les prélèvements éloignés car, statistiquement, on peut trouver deux échantillons sans différence significative. Prenons, par exemple, les deux échantillons : - 89 a et + 3b; leur analyse conduit en prenant 95% comme degré de sécurité à :

Moyennes	Ecart probable à 95%
11,68	$\pm 0,70 \times 2 = 1,40$
13,78	$\pm 0,80 \times 2 = 1,60$

valeurs qui se recouvrent.

(voir tableau III page 42).

2°/ - PULPE FRAICHE.

Nos résultats (voir figure 14 et 15 page 38), permettent de dégager que le poids de pulpe varie parallèlement au poids du fruit. Il en découle que le pourcentage $\frac{\text{Pulpe}}{\text{Fruit}}$ varie peu au cours du développement du fruit.

3°/ - NOIX ET COQUES.

Le poids des coques suivis dans les essais E et F (voir figures 14 et 15 page 38) présente une évolution identique : augmentation jusqu'à 90 jours environ de la maturité, puis constance relative. Sauf dans l'essai C, le poids des noix suit la même évolution et en particulier n'augmente pas en fin de maturation.

4°/ - GRAINES.

Nos résultats sont trop irréguliers et il est difficile de dégager une évolution nette à partir du 90ème jour avant maturité (voir figure 14 et 15 page 38). Jusqu'à cette date, la graine augmente régulièrement en poids.

Tableau III

Variabilité des poids frais du fruit et de la pulpe
des prélèvements de l'essai F.

Poids du fruit entier en g. Poids de pulpe fraîche en g.						
Jours avant détachement du fruit.	Moyenne de 5 ou 10 fruits.	$\bar{g}$	$\bar{g}_m$	Moyenne de 5 ou 10 fruits.	$\bar{g}$	$\bar{g}_m$
a	6,75	0,65	0,21	5,74	0,34	0,11
- 120 b	6,71	0,54	0,17	5,68	0,40	0,13
a	10,51	1,51	0,48	7,16	0,72	0,23
- 105 b	9,76	1,06	0,33	6,67	0,70	0,22
a	11,68	2,22	0,70	7,05	0,75	0,24
- 89 b	11,18	0,89	0,28	6,97	0,55	0,17
a	11,47	1,27	0,40	6,63	0,73	0,23
- 74 b	10,98	1,00	0,32	7,23	0,65	0,21
a	11,34	2,00	0,63	6,49	1,00	0,31
- 57 b	10,59	1,51	0,48	6,56	0,60	0,19
a	12,01	0,98	0,31	6,59	0,71	0,22
- 42 b	11,89	1,14	0,34	6,89	0,59	0,19
a	12,37	1,80	0,80	7,32	0,88	0,39
- 27 b	12,56	0,77	0,34	7,79	0,76	0,34
a	13,46	1,65	0,74	8,78	0,85	0,38
- 16 b	14,23					
a	15,44	2,16	0,97	9,93	1,89	0,85
- 6 b	15,84	1,34	0,60	11,07	1,00	0,45
a	13,82	2,02	0,90	9,08	1,22	0,55
- 2 b	14,53	2,00	0,90	9,63	1,40	0,62
a	15,34	1,15	0,51	10,06	0,97	0,35
+ 3 b	13,78	1,80	0,80	9,08	1,08	0,48

B. - EVOLUTION DE L'EAU DANS LES DIFFERENTES PARTIES DU FRUIT.

1°/ - PULPE FRAICHE.

Exprimée en poids pour un fruit, l'eau de la pulpe varie assez irrégulièrement. Toutefois, on peut dégager une évolution assez générale : augmentation du poids de l'eau, parallèle au poids de la pulpe, jusqu'au 90ème jour avant maturité puis, maintien de ce poids jusqu'au début de la formation des matières grasses où l'on observe une chute plus ou moins marquée suivant les essais.

Rapportée au poids de pulpe fraîche, l'eau évolue avec une concordance tout à fait satisfaisante dans chacun de nos essais : après s'être maintenu au même niveau pendant la plus grande partie de la vie du fruit le taux tombe brutalement, pendant le dernier mois où se forment les matières grasses (fig. 16, 17 et 18 page 44). Quand un nombre suffisant de prélèvements a été effectué pendant cette période (A B C D F), on peut remarquer que cette chute du pourcentage en eau de la pulpe fraîche suit une marche rectiligne.

2°/- COQUE FRAICHE.

En poids pour un fruit, l'eau de la coque passe par un maximum vers le 90 ème jour avant maturité puis décroît brutalement jusqu'au 30ème jour environ, où sa chute se ralentit peu à peu.

Rapportée au poids de coque fraîche, l'eau de la coque suit un cours assez différent (essai E et F - fig. 17 et 18 page 44) : chute assez rapide dès 4 mois avant maturité qui s'accélère vers 3 mois avant maturité pour se ralentir, très fortement, durant la dernière phase de la vie du fruit.

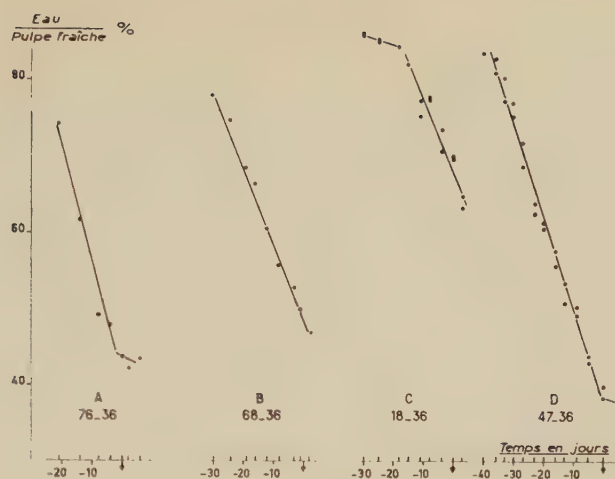


FIG. 16. — Evolution du pourcentage d'eau de la pulpe fraîche pendant les derniers jours de maturation des fruits des 4 régimes des essais A, B, C, D.

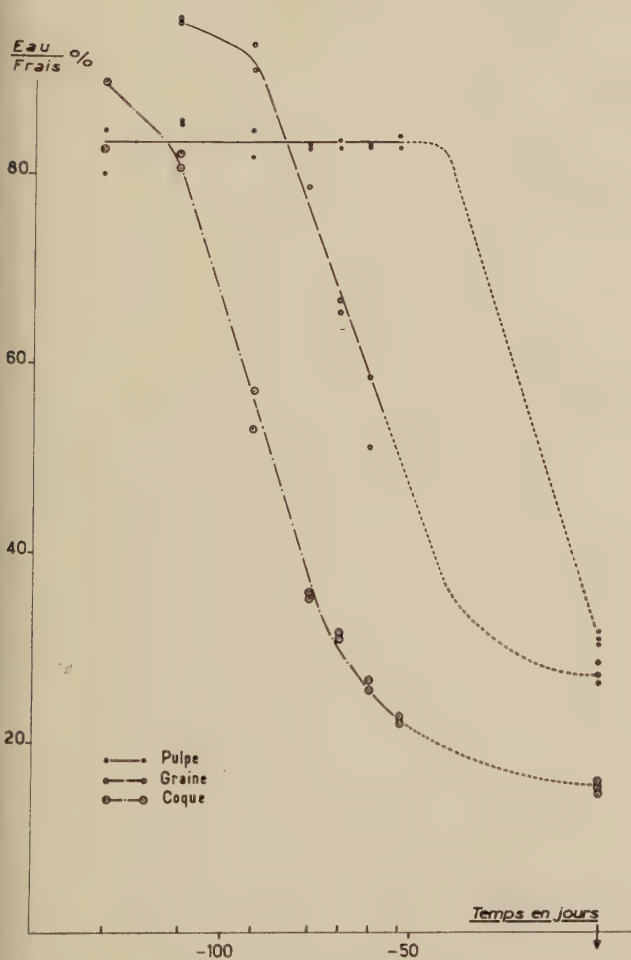


FIG. 17. — Evolution du pourcentage d'eau du poids frais des différentes parties du fruit pour l'un des régimes du palmier 101-36 (Essai E).

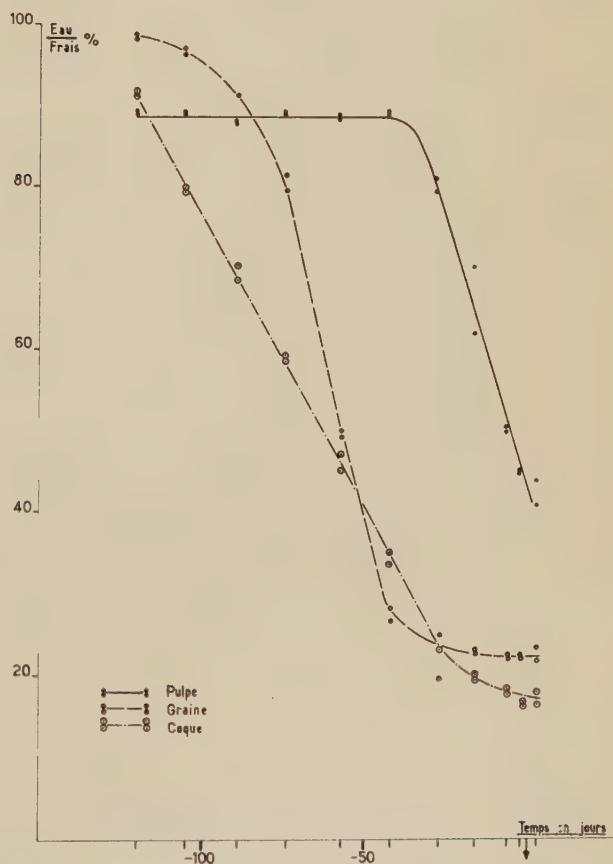


FIG. 18. — Evolution du pourcentage d'eau du poids frais des différentes parties du fruit pour l'un des régimes du palmier 17-37 436 (Essai F).

3°/ - GRAINE FRAICHE.

Dépendant des variations très importantes du poids moyen de la graine, les variations de l'eau de la graine sont assez irrégulières exprimées en poids pour un fruit. Rapportée au poids frais de la graine, l'évolution du taux de l'eau de la graine est assez voisin de celle du taux de l'eau de la coque mais avec un retard de la chute rapide d'environ un mois (voir fig. 17 et 18 page 44). En fin de maturation, le pourcentage ne varie plus que très peu.

C.- EVOLUTION DES POIDS SECS.

1°/ - PULPE.

Après une première augmentation, de 120 à 90 jours avant maturité environ, le poids de pulpe sèche pour un fruit reste stable pendant deux mois environ puis, augmente très rapidement pendant le dernier mois de la vie du fruit (fig. 19 et 20 page 46). Cette augmentation brutale est due à la formation des matières grasses, car le poids de pulpe sèche deshuilée reste constant (fig. 19 page 46) ou peu variable (fig. 20 page 46).

2°/ - COQUE.

Le poids sec augmente durant le développement du fruit et se stabilise en fin de maturité, à 60 jours (essai E fig. 19 page 46), ou à 30 jours (essai F fig. 20 page 46) de la maturité.

3°/ - GRAINE.

S'il est net que les poids secs, deshuilés ou non, de l'amande augmentent jusqu'au 40ème jour avant maturité environ, nos résultats ne permettent pas de conclure sur la dernière phase de la maturation, où les variations d'un prélèvement à l'autre sont trop irrégulières.

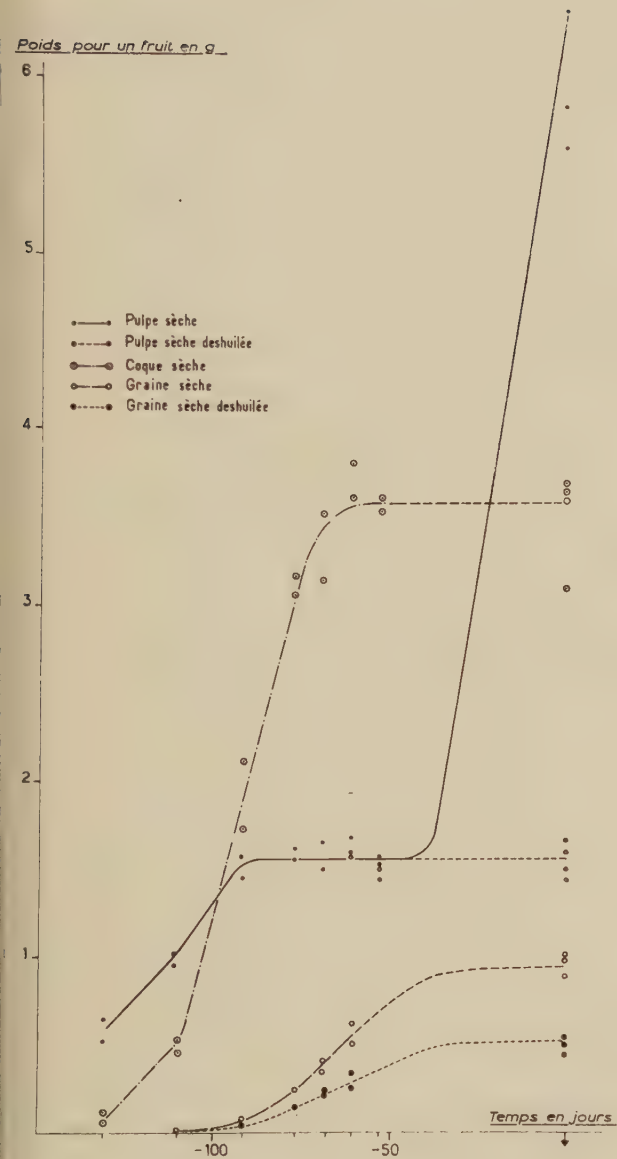


FIG. 19. — Evolution en poids pour un fruit des poids secs et des poids secs deshuilés des différentes parties des fruits de l'un des régimes du palmier 101-36 (Essai E).

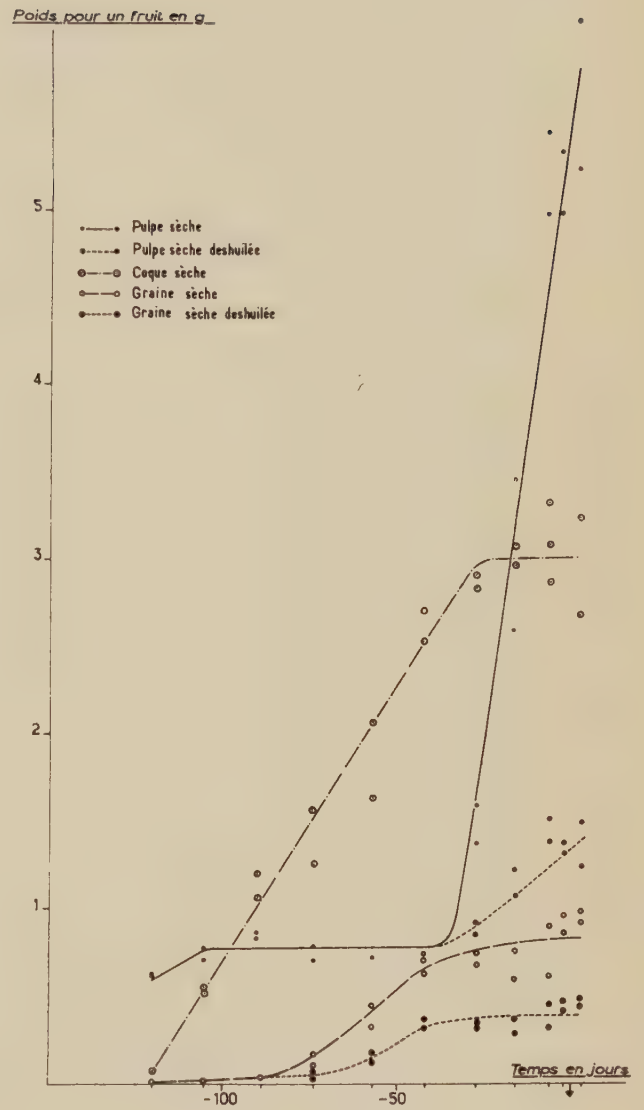


FIG. 20. — Evolution en poids pour un fruit des poids secs et des poids secs deshuilés des différentes parties des fruits de l'un des régimes du palmier 17-37 436 (Essai F).

D.- EVOLUTION DES MATIERES GRASSES.

1°/ - PULPE.

A peine dosables jusqu'au 30ème jour environ avant maturité, les matières grasses augmentent alors très brutalement, tant en poids pour un fruit qu'en pourcentage de la pulpe fraîche ou de la pulpe sèche. Nous retrouvons cette évolution dans tous les essais mais avec quelques variantes dans le début de formation des matières grasses, qui peut ne commencer que 15 jours avant la maturité (essai C) et dans le taux final atteint le jour du détachement libre des premiers fruits, puisqu'il va de 14,4% (Essai C) à 51,1% (Essai E) exprimé pour cent grammes de pulpe fraîche. Bien plus, ce taux est variable d'un régime à l'autre d'un même arbre, comme on peut le voir dans le tableau IV, où nous avons réuni les résultats d'analyses effectuées sur d'autres régimes des palmiers utilisés pour nos essais. Nous reviendrons plus particulièrement sur ces variations et les facteurs qui peuvent les déterminer dans notre dernier chapitre. Le cours de formation, assez irrégulier si l'on considère le poids de matières grasses pour un fruit, est pratiquement rectiligne, si l'on utilise le pourcentage de matières grasses de la pulpe fraîche. Avec le pourcentage matières grasses de la pulpe sèche, on obtient une courbe d'allure très différente : montée brutale dans les 15 premiers jours, puis ralentissement progressif du cours de formation des matières grasses. La figure 21 page 48, tracée d'après les résultats de l'essai D donne un bon exemple de cette différence d'allure.

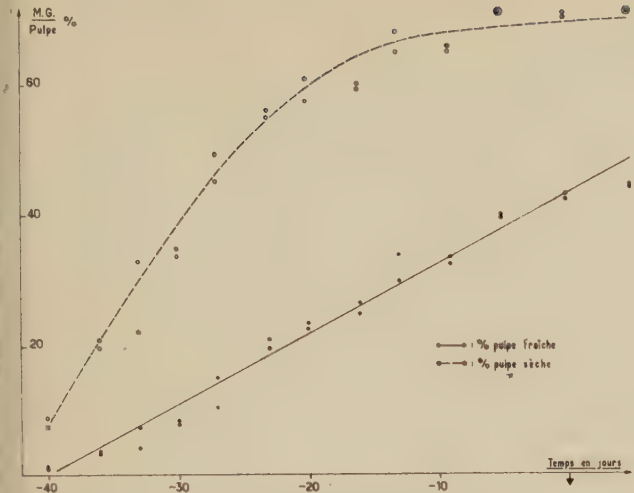


FIG. 21. — Evolution des pourcentages de matières grasses rapportés aux poids frais et aux poids secs de la pulpe des fruits de l'un des régimes de l'arbre 47-36 (Essai D).

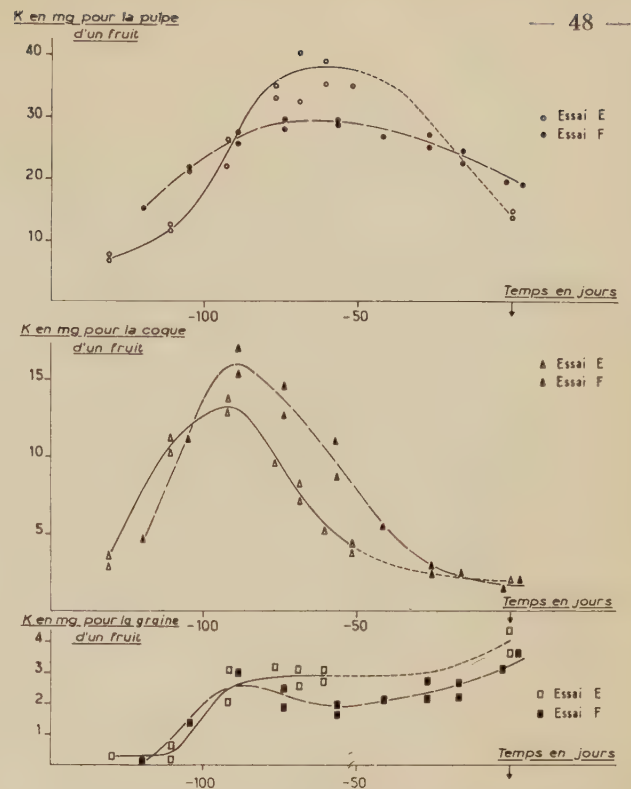


FIG. 22. — Evolution du potassium en poids pour chacun des constituants des fruits de l'un des régimes du palmier 101-36 (Essai E) et 17-37 436 (Essai F).

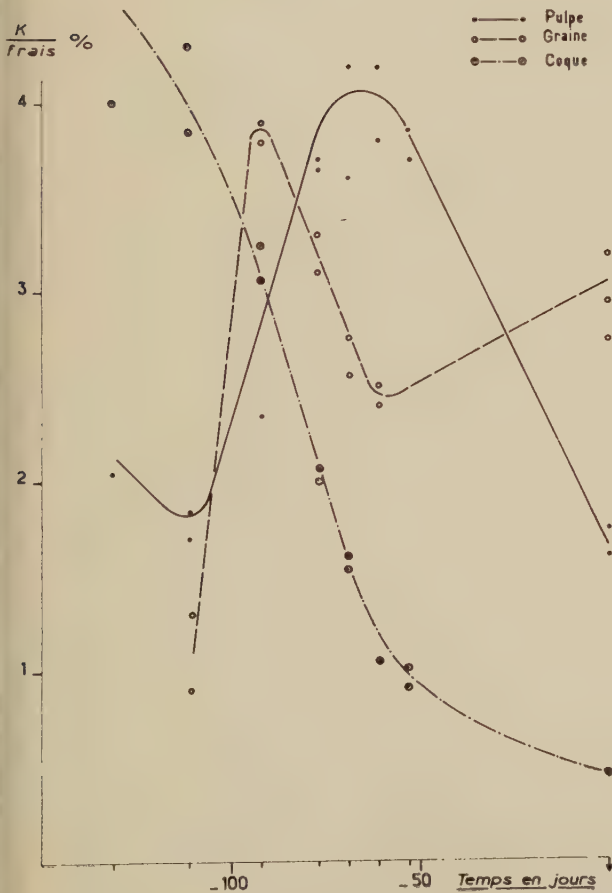


FIG. 23. — Evolution du potassium rapporté aux poids frais des différentes parties du fruit pour l'un des régimes du palmier 101-36 (Essai E).

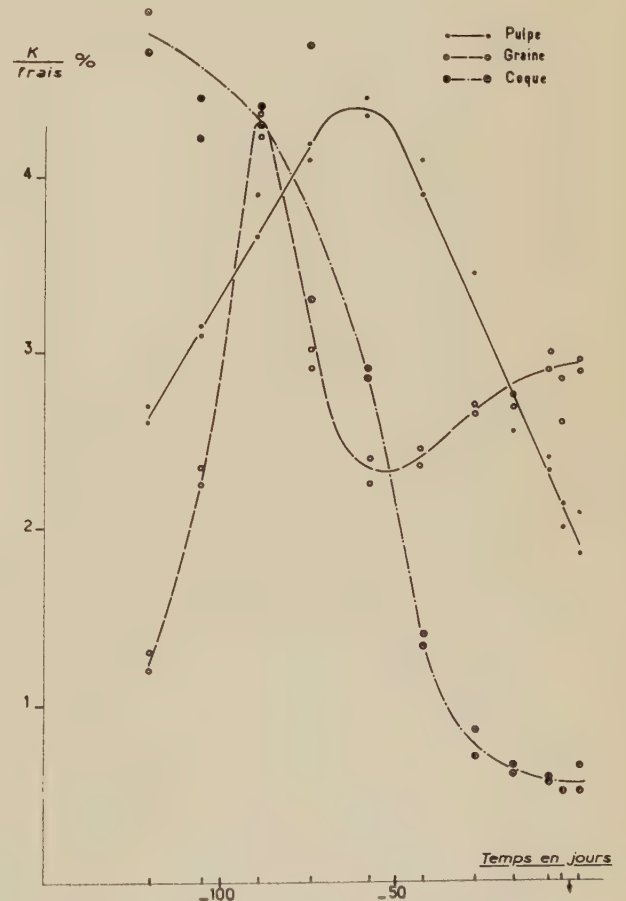


FIG. 24. — Evolution du potassium rapporté aux poids frais des différentes parties du fruit pour l'un des régimes du palmier 17-37 436 (Essai F).

2°/ - GRAINE.

Nos résultats sont peu nombreux et assez irréguliers, aussi est-il difficile de dégager une conclusion certaine. Il semble qu'en poids pour un fruit, l'augmentation soit à peu près continue jusqu'à maturité. Au contraire, rapporté à la graine sèche, le pourcentage de matières grasses reste constant pendant les deux derniers mois de la maturation. Le pourcentage rapporté à la graine fraîche, montre une évolution intermédiaire.

E.- EVOLUTION DES MATIERES MINERALES.1°/ - CENDRES.

Malgré le petit nombre de résultats que nous ayons sur ce point particulier, il est possible d'en dégager l'allure générale de l'évolution des cendres dans les trois parties du fruit, allure variable suivant le mode d'expression utilisé. En poids pour un fruit, on constate une évolution des cendres sensiblement parallèle au poids de chaque partie du fruit. Sauf en fin de maturation où l'on enregistre une chute pour la pulpe et la coque. Rapportée aux poids frais de chaque constituant, les cendres évoluent différemment : pour la pulpe augmentation lente, long palier et enfin dans les derniers jours de la maturité chute marquée; pour la coque, chute régulière pendant les cinq premiers mois de la vie du fruit, terminée par une remontée assez surprenante; pour la graine, augmentation rapide dans les deux premiers mois, puis, maintien à un taux sensiblement constant. Enfin, si l'on rapporte les cendres aux poids secs deshuilés ou aux poids secs de chacun des constituants, on constate une chute continue des pourcentages pour la coque et la graine, alors que le taux des cendres,

Tableau IV

Caractéristiques d'autres régimes, récoltés à maturité, sur les arbres utilisés pour nos essais de prélèvements dans le temps.

	Date de récolte du régime	Poids (en kg.) du régime	Poids moyens d'un fruit externe en gr.	Eau % Pulpe fraîche	Mat.grasses % Pulpe fraîche (*)
76-36 Essai A	23.11.55	23,0	26,5	37,00	(46,00)
	1.12.55	26,5	23,8	35,20	(47,80)
	25.10.56	36,5	22,7	38,20	(44,80)
	16.11.56	5,5	19,8	48,55	(34,45)
	12. 4.57	20,5	22,4	31,70	(51,30)
68-36 Essai B	6. 9.56	7,5	19,1	40,00	(43,00)
	29. 9.56	10,0	19,5	48,15	(34,85)
18-36 Essai C	7. 2.55	15,0	20,9	56,50	28,50
	9. 3.55	17,0	22,9	52,80	30,50
	29. 3.55	14,5	26,5	50,20	32,60
	21.11.55	24,5	20,4	38,30	(44,70)
	23. 5.56	16,0	18,9	45,60	(37,40)
	6. 6.56	12,0	19,5	39,30	(43,70)
	14. 6.56	11,0	20,8	51,00	(32,00)
	23..7.56	9,5	20,5	40,00	(43,00)
	16. 8.56	10,5	19,1	50,90	(32,10)
	3. 9.56	6,5	17,6	58,20	(24,80)
	24. 9.56	9,0	14,4	49,10	(33,90)
	29.10.56	9,0	22,6	47,70	(35,30)
	15. 4.57	19,5	17,1	53,50	(29,50)
47-36 Essai D	22.11.55	11,0	27,5	40,90	(42,10)
	22.12.55	15,0	20,0	40,65	(42,35)
	31.12.55	19,0	21,3	38,80	(44,20)
	29. 2.56	13,0	18,2	49,00	(34,00)
	5. 4.56	6,0	17,1	41,90	(41,10)
	28. 2.56	13,5	22,4	40,10	(42,90)
	7. 6.57	16,5	15,6	48,50	(34,50)
101-36 Essai E	18.11.55	47,0	23,2	32,40	(50,60)
	11. 4.56	43,0	21,1	33,70	47,50
37-17-436	15. 2.57	20,6	23,6	53,45	31,45
	15. 2.57	19,6	23,6	52,40	32,20
	4. 3.57	18,6	24,3	56,55	28,35
	19. 3.57	18,7	25,5	55,00	29,40
	19. 3.57	18,8	22,6	62,20	24,10
	25. 3.57	15,6	22,7	63,40	21,10
	18. 4.57	18,0	19,8	46,25	38,30
	9. 5.57	19,6	21,2	41,25	42,80

(*) - Les résultats entre parenthèses ont simplement été calculés par différence 83 - Teneur en eau, les autres mesurés, après extraction au Soxhlet.

rapporte à la pulpe sèche deshuilée, ne diminue que pendant la dernière phase de la vie du fruit, après une augmentation lente et un long palier.

2°/ - AZOTE.

Ayant dû utiliser dans leur entier, les échantillons de faible poids, pour l'analyse de P, K, Ca et Mg nous ne disposons que de peu de résultats.

En poids pour un fruit, on constate une augmentation, marquée de l'azote de la graine, nette mais beaucoup moins importante pour l'azote de la pulpe, s'étalant pendant la durée de vie du fruit. Au contraire, l'azote de la coque, après avoir augmenté jusqu'à deux mois environ de la maturité, ne varie plus d'une façon régulière. Si l'on rapporte l'azote aux poids frais de chacun des constituants, on constate une évolution sensiblement identique.

Rapporté au poids sec de la coque, le taux d'azote décroît lentement. Le taux de l'azote rapporté au poids sec de la pulpe décroît pendant la formation des matières grasses, mais ce n'est qu'une apparence due à l'accumulation de matières grasses car sur pulpe sèche deshuilée le taux d'azote augmente au contraire légèrement. Enfin rapporté au poids sec de la graine, le taux d'azote semble se maintenir sensiblement constant pendant les trois derniers mois, alors qu'il tombe très légèrement rapporté au poids sec de graine deshuilée.

3°/- PHOSPHORE.

Disposant d'un nombre de résultats important, nous pouvons suivre l'évolution du phosphore avec plus de certitude que celle de l'azote. Toutefois, leur irrégularité et surtout la mauvaise concordance de certains "doubles biologiques" entraînent une imprécision assez grande.

a/ - Pulpe.

Les résultats, en poids pour un fruit, sont fortement influencés par les variations du poids du fruit, si bien que l'évolution observée dans l'essai E (augmentation jusqu'au 90ème jour avant maturité, suivie d'une chute lente et d'un palier en fin de maturation), ne se retrouve que partiellement dans les autres essais où l'on constate une nouvelle augmentation avant la chute du fruit.

Rapportés aux poids frais de la pulpe les résultats sont plus homogènes : on constate une chute lente du phosphore qui s'arrête environ 45 jours avant maturité, le taux restant ensuite sensiblement constant.

On retrouve le même résultat en rapportant le phosphore au poids sec deshuilé de la pulpe. Par contre, si l'on rapporte cet élément au poids sec, on observe que la chute se poursuit pendant les derniers mois de la maturation.

b/- Graine.

Les résultats, en poids pour une graine, sont très irréguliers. Il semble cependant que l'évolution du phosphore soit la suivante : augmentation jusqu'à environ 45 jours avant maturité, suivie d'une chute lente. On trouve le même type d'évolution, en rapportant le phosphore au poids de graine fraîche. Rapporté au poids sec deshuilé de la graine, le phosphore suit un cours très différent: son taux passe par un maximum, environ 3 ou 4 mois avant maturité, décroît ensuite, puis reste stable dans les derniers mois de la maturation. On retrouve la même évolution, mais avec une chute plus accusée, si l'on rapporte le phosphore à la graine sèche.

c/ - Coque

En poids pour un fruit, après une augmentation rapide, le phosphore reste sensiblement constant de 4 à 2 mois avant la maturité, puis diminue ensuite plus ou moins brutalement.

Rapporté au poids de la coque fraîche, il décroît plus ou moins régulièrement durant toute la vie du fruit, le taux tombant au tiers de sa valeur initiale.

Rapporté au poids de coque sèche on observe une chute très importante : dans l'essai E il passe de 0,480 à 0,015% et dans l'essai F de 0,335 à 0,007%.

4°/- POTASSIUM.

Favorisés par la richesse du fruit de palme en cet élément et par la bonne précision de la méthode d'analyse, nous disposons, pour le potassium, d'un nombre important de résultats dont la concordance est très satisfaisante.

a/ - Evolution en poids pour chaque constituant.

Nous avons rapporté (fig. 22 page : 48), les résultats des essais E et F. Le potassium de la pulpe passe par un maximum entre 90 et 45 jours avant la maturité, puis tombe ensuite. Le potassium de la coque représente une évolution comparable mais avec un maximum plus aigu, environ 3 mois avant la maturité. Pour la graine, après une montée rapide, liée à l'augmentation de poids de la graine, l'évolution est plus complexe et nos résultats sont trop imprécis pour conclure.

b/ - Evolution de la teneur rapportée au poids frais.

Les figures 23 et 24 page 48, tracées à partir des résultats des essais E et F, en donnent une repré-

sentation tout à fait concordante. Le taux de potassium de la coque fraîche diminue pendant tout le cours de la vie du fruit. Celui du potassium de la pulpe fraîche passe par un maximum environ deux mois avant maturité. L'évolution du potassium rapportée à la graine fraîche est plus curieuse : après être passé par un maximum, d'environ 4 grammes par kilogramme de matière fraîche, vers le troisième mois avant maturité, la teneur tombe jusqu'à 2,2‰ vers le 2ème mois avant maturité, puis remonte lentement pour atteindre 3‰ au moment de la chute du fruit.

c/- Evolution des teneurs rapportées aux poids secs et aux poids secs deshuilés.

Les figures 25 et 26 page 55, en donnent pour les essais E et F une représentation sensiblement identique. Le taux de potassium de la coque tombe d'une manière très spectaculaire puisque sa valeur finale (0,055% pour l'essai E, 0,061% pour l'essai F) n'est que la centième partie de sa valeur initiale (respectivement 5,0% et 5,75%). Celui du potassium de la graine, rapporté au poids sec deshuilé suit un cours comparable mais avec une chute moins marquée, la valeur finale (0,8%) n'étant que la dixième partie de la valeur initiale (8,0%). Les variations du potassium de la pulpe sont beaucoup moins grandes. Après une augmentation nette, le pourcentage rapporté au poids sec deshuilé reste sensiblement constant du 75ème au 45ème jour avant maturité, puis tombe pendant la maturation, pour aboutir à moins de la moitié de sa valeur maximale. Rapporté aux poids secs de la graine ou de la pulpe, le potassium décroît d'une façon comparable, mais plus marquée, les valeurs finales atteignant 50% environ de celles rapportées aux poids secs après extraction des matières grasses.

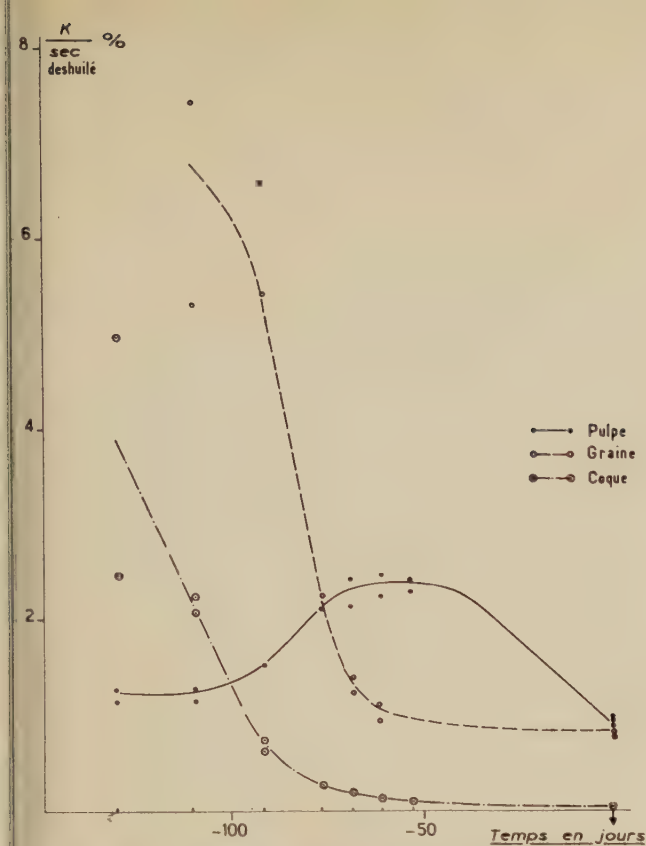


FIG. 25. — Evolution du potassium rapporté aux poids secs de la coque et aux poids secs déshuilés de la graine et de la pulpe des fruits de l'un des régimes du palmier 101-36 (Essai E).

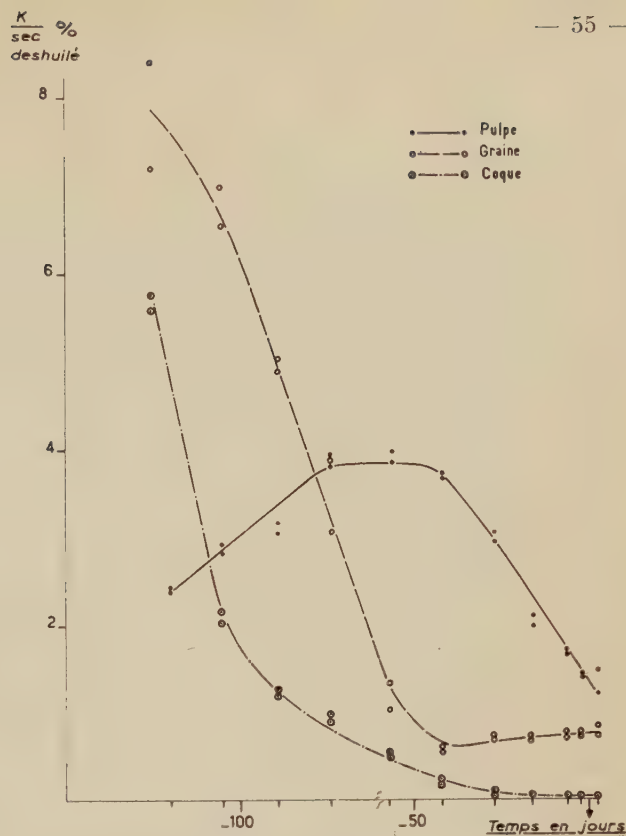


FIG. 26. — Evolution du potassium rapporté aux poids secs de la coque et aux poids secs déshuilés de la graine et de la pulpe des fruits de l'un des régimes du palmier 17-37 436 (Essai F).

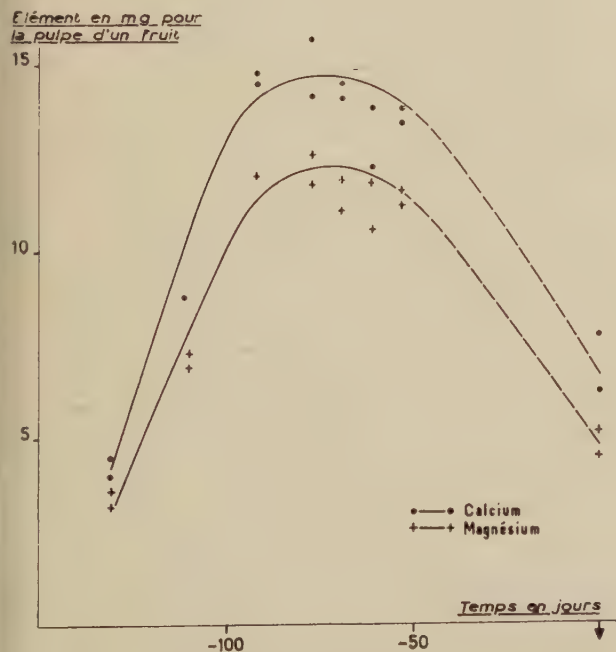


FIG. 27. — Evolution du calcium et du magnésium en poids pour la pulpe d'un fruit (Essai E).

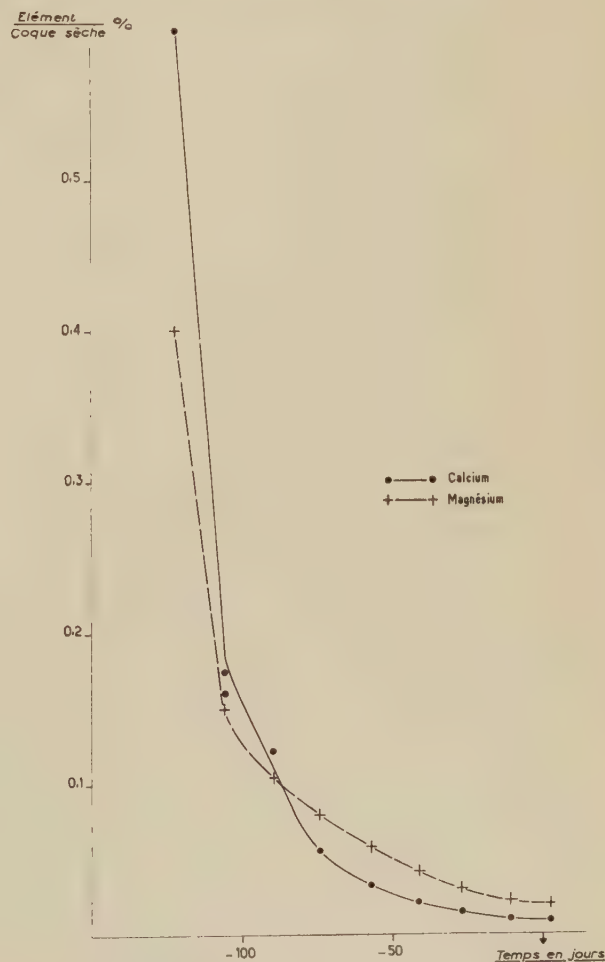


FIG. 28. — Evolution du calcium et du magnésium rapportée aux poids secs de la coque des fruits (Essai F).

On peut remarquer que pour une période comparable (fin de maturation) les essais C et D conduisent à des résultats tout à fait parallèles à ceux de E et F.

5°/- MAGNESIUM et CALCIUM.

a/ - Pour la pulpe et la coque, ces deux éléments suivent une évolution assez semblable à celle du potassium. En poids pour un fruit on retrouve, pour l'évolution des deux éléments, l'allure de la courbe "en chapeau", dont nous donnons un exemple figure 27 page 55. Si l'on rapporte les éléments aux poids secs ou aux poids frais, on retrouve pour la pulpe une même courbe "en chapeau" et pour la coque une chute très nette un peu moins marquée pour le magnésium que pour le calcium (voir figure 28 page 55).

b/ - Le parallélisme d'évolution pour le calcium et le magnésium, ne se retrouve plus toujours, si l'on considère l'évolution de ces éléments dans la graine. En poids pour un fruit bien que l'enrichissement en magnésium soit plus tardif et plus important que celui du calcium, l'allure est encore assez comparable : on constate une augmentation assez irrégulière de chacun des éléments, puis un palier en fin de maturation.

Rapportée au poids de graine fraîche, la teneur des éléments évolue différemment; celle du calcium tombe, après être passée par un maximum vers le 3ème mois avant maturité, tandis que celle du magnésium augmente régulièrement jusqu'à 45 jours environ de la maturité et reste alors constante.

Rapportée au poids de graine sèche, la teneur des deux éléments suit un cours analogue à celle du potassium : chute assez brusque ralentie en fin de maturation, comparable à celle plus atténuée que l'on observe si l'on rapporte le magnésium et le

calcium au poids d'amande sèche et deshuilée.

F. - EVOLUTION DES SUCRES.

Nous ne retiendrons qu'un résumé pour l'évolution des sucres de la pulpe. Rapportés à 100 grammes de matières fraîche, les sucres solubles réducteurs semblent peu varier au cours de l'évolution du fruit, leur taux se maintenant sensiblement à 0,4% avec toutefois une légère augmentation vers 0,5 - 0,6% en fin de maturation. Au contraire, les sucres solubles hydrolysables, après s'être maintenus à une valeur voisine de 0,2-0,3 gramme pour 100 grammes de pulpe fraîche, pendant toute la vie du fruit, semblent augmenter brutalement au moment de la chute du fruit où leur taux peut atteindre une valeur voisine de 1 gramme pour 100 grammes de pulpe fraîche.

G. - EVOLUTION QUALITATIVE DES MATIERES GRASSES.

Bien que notre programme initial ait comporté la prévision de recherches importantes à ce propos, nous n'avons réalisé que quelques analyses, ne voulant pas doubler le travail que CROMBIE menait parallèlement à nous, avec des techniques beaucoup plus modernes.

Les résultats de notre premier essai (A) montrent que qualitativement, du moins par l'analyse de leurs seuls indices d'iode et de saponification, les matières grasses de la pulpe du fruit de palme ne semblent pas varier (voir tableau V), pendant la période où leur accumulation est la plus intensive (voir tableau V page 58).

Nous avons étudié un autre point de cette évolution qualitative, les variations du pourcentage d'acides gras libres au cours de la maturation de la pulpe. Cette étude, dont nous avons déjà publié les résultats en 1957 (26), nécessite de chauffer les fruits avant leur éplu-

Tableau V

Temps en jours avant maturité	Poids en grammes pour un fruit.		Matières grasses Pulpe fraîche	Indice d'iode	Indice de saponification.
	pulpe fraîche	matières grasses			
- 21	10,3	1,11	10,7	55,95 ± 0,50	196,75 ± 1,05
0	11,2	4,90	39,0	55,80 ± 0,95	196,50 ± 1,50

chage qui libèrerait la lipase de la pulpe. Sur des fruits détachés avant la coupe du régime, elle nous a conduit à des variations très irrégulières de l'acidité libre que nous avons attribuées aux blessures causées par le prélèvement, blessures qui libèrent la lipase. Pour éviter ce phénomène, nous avons dû récolter des régimes entiers à divers stades de maturation sur des arbres différents et détruire leur lipase par passage en grand autoclave industriel. Dans ces conditions, l'acidité des matières grasses de la pulpe a toujours été de l'ordre de 0,5% d'acide palmitique libre. Nous pouvons donc conclure qu'il n'y a aucune variation de l'acidité libre des matières grasses de la pulpe pendant la période de leur plus grande formation.

IV. - DISCUSSION DES RESULTATS.

A. - VALIDITE DE NOS RESULTATS.

La méthode de prélèvements successifs, que nous avons utilisée au cours de nos essais, soulève une critique encore plus évidente à qui aurait vu l'état de mutilation des régimes en fin d'observation : les

blessures provoquées aux fruits, le retrait d'un grand nombre de fruits du régime, n'influe-t'il pas dangereusement sur le métabolisme des fruits restés adhérents ? Cela n'a-t'il pas faussé nos résultats ? Nous pouvons invoquer pour notre défense trois arguments :

1. - Nous n'avions pas le choix et cette méthode nous était imposée comme la seule possible.
 2. - L'exocarpe du fruit de palme peut subir des lésions très importantes sans en souffrir. Il nous est arrivé d'examiner plusieurs centaines de fruits, déchirés, entamés très largement au couteau lors de prélèvements précédents qui, après cicatrisation rapide, continuaient à accumuler de l'huile apparemment d'une façon semblable à des fruits normaux. Bien entendu, nous n'avons retenu pour nos analyses que des fruits indemnes et il semble qu'à fortiori leur métabolisme ait encore eu plus de chances de rester inchangé.
 3. - L'allure très comparable d'un essai à l'autre, de certains des phénomènes que nous avons pu mettre en évidence (évolution en pourcentage du poids frais de l'eau, du potassium, du calcium et du magnésium) bien que dans certains cas, nos prélèvements aient porté sur des portions de l'évolution très différentes (début pour l'essai E - fin pour les essais A B C D), nous paraît la meilleure justification de nos résultats.
- B. - EVOLUTION DES POIDS FRAIS DU FRUIT ENTIER ET DE CHACUNE DE SES PARTIES.

Les deux possibilités d'évolution, que nous avons exposées dans nos résultats, nous mettent devant un choix embarrassant. Les renseignements de la littérature sur la croissance du fruit en général peuvent-ils nous aider ? ULRICH (96) résume le phénomène en écrivant :

".... sur un graphique la courbe qui exprime ces variations en fonction du temps, a la forme d'un S auquel peut manquer la courbure finale....".

Les fruits voisins du palmier à huile répondent à cette description générale :

- l'olive avec une dernière courbure du S le plus souvent absente (de LUCA [65] , de la BORBOLA [16] , UZZAN [97] SANDRET [83])
- le fruit de Cocos nucifera avec une courbure ultime du S, très marquée et même retombante, du fait d'une perte de poids, due en grande partie au départ de l'eau de la cavité interne (PATEL [73]).

En aucun cas on ne retrouve une allure comparable à celle de notre figure 16 (voir page 44) avec un long palier séparant deux phases d'accroissement. C'est pourquoi nous inclinons à penser que cette allure est artificielle et due aux variations accidentelles du poids des fruits dans ces échantillons trop peu représentatifs pour ce caractère. Il est possible également que le fait d'opérer par prélèvements successifs ait permis aux fruits restants de se développer anormalement.

Par contre, l'allure de la courbe 14 (voir page 38) paraît conforme à l'évolution générale des fruits compte tenu du fait que nos prélèvements n'ont commencé qu'après la première courbure du S et que la dernière partie est horizontale. Cette allure assez particulière se retrouve par exemple chez Macadamia ternifolia, dont le fruit a été étudié par JONES et SHAW [51] , et nous paraît, seule, caractéristique du fruit de palme.

C.- CHOIX DU CRITERE LE PLUS REPRESENTATIF DE L'EVOLUTION DES CONSTITUANTS DE CHAQUE PARTIE DU FRUIT.

Il semble que ce soit l'expression "en poids pour un organe" qui représente le plus fidèlement l'évolution d'un constituant au cours de la vie d'un

organisme vivant. Toutefois, cette expression conduit souvent à des résultats irréguliers et peu nets, du fait des variations individuelles et de la difficulté d'obtenir des organes "moyens". D'autre part, elle conduit aussi à des résultats peu clairs, ou même faussés, du fait qu'elle est la résultante de l'évolution de l'organe entier et de l'évolution du constituant lui-même. Les analystes ont donc été amenés à utiliser d'autres critères indépendants de l'évolution de l'organe ou de ses variations individuelles : les expressions "pour 100 grammes de matière fraîche" et "pour 100 grammes de matière sèche", la dernière étant la plus employée en biologie végétale, d'une part à cause de la détermination beaucoup moins sujette à erreur d'un poids sec que d'un poids frais, mais aussi, d'autre part à cause des phénomènes de transpiration qui rendent, dans certains cas, cette détermination impossible.

Nous disposons de toutes ces expressions pour interpréter nos résultats et nous avons pu choisir logiquement celle qui nous paraissait la plus représentative.

D.- EVOLUTION DE L'EAU, DU POIDS SEC, DES MATIERES GRASSES ET DE L'AZOTE DANS CHACUNE DES PARTIES DU FRUIT.

1°/ - DANS LA COQUE.

Les phénomènes sont simples car en l'absence de matières grasses, les matières sèches accumulées sont principalement constituées de polyosides.

a/ - Dans une première phase, l'eau et les matières sèches s'accumulent dans la coque selon un cours comparable. On observe donc, en poids pour un fruit, une courbe ascendante pour les deux constituants et en pourcentage rapporté à la matière fraîche une constance à peu près

parfaite des rapports $\frac{\text{eau}}{\text{poids frais}}$ et $\frac{\text{poids sec}}{\text{poids frais}}$.

b /- Puis un changement brutal (particulièrement net dans notre essai F) apparaît à la fin du troisième mois de la vie du fruit. L'eau quitte la coque et fait place à des substances organiques certainement glucidiques. La nature de ces substances ne peut faire aucun doute, puisqu'il est impossible de déceler des matières grasses dans ce tissu et que l'azote ne varie plus tant en poids pour une coque qu'en pourcentage rapporté au poids frais. Le fait que le pourcentage d'azote de la matière sèche diminue ne traduit aucun départ de substances azotées mais n'est que la conséquence d'une accumulation de substances nouvelles, dépourvues d'azote, qui "diluent" les substances azotées antérieurement présentes. Cette période est la plus active de la vie de la coque sur le plan bio-chimique.

c/- Enfin dans une dernière période, pendant la maturation de la pulpe, l'échange apparent eau-substances organiques diminue et s'arrête presque complètement. La coque devient un tissu sec (15% d'eau rapportée au poids frais) et probablement peu vivant.

2°/ - DANS LA PULPE.

Les phénomènes se compliquent du fait de l'accumulation tardive des matières grasses.

a/ - Dans une première période, des matières organiques non lipidiques et de l'eau s'accumulent en poids pour un fruit suivant un cours comparable, si bien qu'en pourcentage de la pulpe fraîche, on observe une droite parallèle à l'axe des temps. Cette phase correspond à la croissance du fruit et couvre environ les trois premiers mois de sa vie.

- b/ - Dans une seconde période, qui s'étale sur les deux mois suivants, l'eau et les matières organiques restent stationnaires, tant en poids pour un fruit qu'en pourcentage rapporté à la pulpe fraîche.
- c/ - Enfin dans une dernière phase, pendant le dernier mois de la vie du fruit, nous assistons à des variations spectaculaires du poids sec et de l'eau de la pulpe. L'eau part brutalement, faisant place à des matières organiques, en grande partie lipidiques. Si ce phénomène n'est pas toujours net en utilisant comme expression les "poids pour une pulpe", du fait des variations individuelles, qui font que, dans certains de nos essais, la pulpe paraît augmenter de poids et perdre moins d'eau qu'elle ne s'enrichit en matières grasses, il devient évident si l'on utilise les pourcentages rapportés à la pulpe fraîche. En effet, quel que soit l'essai choisi, la somme des pourcentages eau rapportée à la pulpe fraîche et matières grasses rapportées à la pulpe fraîche reste très peu variable en fonction du temps, en concordance avec les résultats de DYKE et JAMES [29] , qui mirent les premiers ce phénomène en évidence. Toutefois cette somme varie légèrement d'un régime à un autre et diminue un peu au cours de l'évolution des fruits d'un régime déterminé (voir tableau VI page 64), traduisant ainsi une augmentation légère du poids sec deshuilé, c'est-à-dire des matières organiques du fruit, non lipidiques. Ce phénomène est confirmé par nos analyses de sucres et par l'augmentation légère du pourcentage d'azote rapporté à la pulpe fraîche dans tous nos essais.

Tout se passe donc comme s'il y avait échange entre eau et matières organiques, mais précisons que nous ne voyons là qu'une apparence et que nous n'avons jamais pensé, comme a pu le faire croire à UZZAN [97] une de nos publications [25] que les matières grasses pouvaient se former directement aux dépens de l'eau !

Tableau VI

Somme % $\frac{\text{Eau}}{\text{Pulpe fraîche}}$ + % $\frac{\text{Matières Grasses}}{\text{Pulpe fraîche}}$ dans chacun de nos essais

Temps en jours avant maturité.	S o m m e					
	ESSAI A	ESSAI B	ESSAI C	ESSAI D	ESSAI E	ESSAI F
131	-	-	-	-	84,6	-
120	-	-	-	-	-	89,1-89,0
111	-	-	-	-	85,6-85,3	-
105	-	-	-	-	-	89,0-89,3
92	-	-	-	-	84,6-81,8	-
89	-	-	-	-	-	87,7-87,9
77	-	-	-	-	82,7-83,0	-
74	-	-	-	-	-	89,2-89,1
69	-	-	-	-	83,6-82,8	-
61	-	-	-	-	-	-
57	-	-	-	-	83,3-83,1	88,9-89,5
53	-	-	-	-	-	-
42	-	-	-	-	84,2-83,0	-
40	-	-	-	85,2-85,0	-	-
36	-	-	-	86,4-85,1	-	-
33	-	-	-	84,8-85,1	-	-
30	-	83,4	86,4-86,2	-	-	-
27	-	-	-	84,2-84,7	-	87,8-87,9
25	-	-	86,2-85,2	-	-	-
24	-	83,4	-	-	-	-
23	-	-	-	83,8-83,8	-	-
21	85,0	-	-	-	-	-
20	-	-	-	83,5-84,2	-	-
19	-	82,5	-	-	-	-
18	-	-	85,9-87,0	-	-	-
16	-	83,2	-	82,6-82,8	-	86,9-86,5
15	-	-	86,0-85,9	-	-	-
14	83,7	-	-	-	-	-
13	-	-	-	83,9-84,3	-	-
12	-	83,4	-	-	-	-
11	-	-	84,6-84,6	-	-	-
9	-	-	-	83,0-83,5	-	-
8	83,7	82,6	85,3-85,1	-	-	-
6	-	-	-	-	-	86,5-85,8
5	83,3	-	-	83,8-83,9	-	-
4	-	-	84,5-84,5	-	-	-
3	-	82,9	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	84,2-86,4
1	-	82,7	-	-	-	-
0	82,8	-	84,7-84,8	82,6-82,0	82,4-82,6	-
2	82,7	-	-	-	-	-
3	-	-	84,2-83,9	-	-	84,9-86,0
5	-	-	-	82,4-82,4	-	-
6	83,2	-	-	-	-	-

Nous reviendrons plus loin sur le cours d'enrichissement en matières grasses de la pulpe et sur les applications possibles de la relation eau-matières grasses.

3°/ - DANS LA GRAINE.

L'évolution des constituants est encore plus complexe du fait de l'accumulation de matières grasses et de matières organiques azotées. Nos résultats ne sont pas assez précis pour dégager une évolution certaine, mais ils peuvent cependant nous permettre d'en dégager un schéma probable.

a/ - Dans une première période, qui couvre la vie de la graine jusqu'au 90ème jour avant la maturité du fruit, la graine croît en volume et son principal constituant est l'eau dont le taux rapporté au poids frais se maintient au-dessus de 90%.

b/ - Du 90ème jour au 30ème jour avant maturité la graine s'enrichit en matières de réserves cependant qu'elle perd de l'eau dont le pourcentage rapporté à la graine fraîche tombe de 90% à 30%. On peut distinguer deux sous-périodes :

- La première, portant sur les 15 à 30 premiers jours de cette période, pendant laquelle la graine continue à croître en volume et en poids.
- La deuxième, portant sur les 30 à 45 jours de cette période, pendant laquelle la graine ne varie plus ni en poids ni en volume.

Durant cette période, en poids pour une graine ou en pourcentage de la graine fraîche, les matières grasses, le poids sec deshuilé et l'azote augmentent suivant un cours à peu près rectiligne. Toutefois, vers le 40ème jour avant maturité, c'est-à-dire dans les 10 derniers jours de la période considérée, le taux d'accroissement, en pourcentage de la graine fraîche, semble se ralentir pour tous ces constituants. En interprétant

nos résultats, d'après les pourcentages rapportés à la graine sèche, les matières grasses et le poids sec deshuilé sembleraient s'accroître plus rapidement et s'arrêter vers le 60ème jour résultats qui confirmeraient ceux de LAVERGNE [59] pour les matières grasses seules. Cette représentation est incorrecte car elle est due au taux d'accumulation comparable, d'une part des matières grasses et d'autre part de matières organiques de nature principalement protéique (que traduit bien l'augmentation de l'azote soit en poids pour une graine soit en pourcentage de la graine fraîche). La représentation sur poids sec est du type $\frac{X}{X + Y + C}$ et $\frac{Y}{X + Y + C}$ où X (les matières grasses) est une variable de valeur voisine d'Y (les matières protéiques de réserve) autre variable et C une constante ou du moins une variable peu variable de valeur relativement petite quand la graine approche de la maturité. Elle aboutit donc obligatoirement à une valeur voisine de $\frac{1}{1+1} = 0,50$ ou 50% (*)

L'emploi de l'expression "pourcentage du poids sec", pour l'interprétation des résultats concernant l'évolution de l'azote est également incorrecte. On peut voir qu'il conduit à une constance du taux d'azote de la graine sèche aux environs de 1% alors qu'en poids, cet élément passe, dans l'essai F de 2 à 10 mg par graine et qu'en pourcentage rapporté à la graine fraîche il passe dans le même essai de 2,5 ‰ à 8‰.

c/- Enfin, dans une troisième période, qui couvre le dernier mois de la vie du fruit, il semble bien que l'on n'enregistre plus aucune variation des constituants.

(*) - Nous trouvons là l'explication de la constance du taux de matières grasses de l'amande sèche, trouvée lors de l'analyse des diverses variétés de fruits de palme.

Dans nos résultats, seuls les poids pour une graine varient et d'une manière si désordonnée, qu'il semble plus logique d'attribuer l'origine de ces variations au hasard de l'échantillonnage.

E.-COURS DE FORMATION DES MATIERES GRASSES.

1°/ - DANS LA PULPE ET LA GRAINE DU FRUIT D'ELAEIS GUINEENSIS.

a/ - Les résultats, que nous avons exposés et discutés ci-dessus, vérifient les chiffres obtenues par BLOMMENDAAL [14] LAVERGNE [59] et KEHREN [55] pour l'évolution des matières grasses de la pulpe. Cependant nous les interpréterons tout à fait différemment.

Sans doute, influencés inconsciemment par le désir de justifier un mode de récolte, que d'autres facteurs (acidification, main d'oeuvre) imposaient, ces chercheurs n'ont accordé leur confiance qu'à l'évolution du pourcentage des matières grasses rapporté à la pulpe sèche et ont accepté, sans critique, l'image qu'elle leur apportait, c'est-à-dire une courbe ascendante très rapide dans les premiers jours de la formation des matières grasses, se ralentissant progressivement avant la date de chute du fruit (voir figure 21 page 48). Une analyse attentive montre que ce mode d'expression conduit obligatoirement à une telle représentation car il est du type :

$$\frac{\text{variable}}{\text{variable} + \text{constante}}$$

donc asymptotique, la variable étant le poids de matières grasses et la constante le poids des matières sèches deshuilées. Si l'on veut analyser correctement l'accroissement des matières grasses il faut utiliser le poids de matières grasses pour un fruit. Malheureusement, la variabilité très grande du caractère " poids du fruit " chez Elaeis, conduirait à

utiliser un nombre de fruits trop important et indisponible en pratique, pour obtenir des résultats précis. Aussi l'utilisation du caractère poids des matières grasses pour la pulpe d'un fruit conduit-elle dans nos résultats à une représentation irrégulière, et peut être faussée par une augmentation apparente du poids du fruit. Toutefois, elle conduit toujours à une représentation rectiligne du cours de formation des matières grasses sans allure asymptotique. La figure 29 page 69, qui représente l'évolution du poids des matières grasses de la pulpe, pour l'essai D, où les variations du poids du fruit sont faibles, en donne un bon exemple. Cette représentation est tout à fait semblable à celle que nous apporte l'expression "matières grasses rapportées à la pulpe fraîche" indépendante des variations individuelles (voir figure 21 page 48 pour le même essai D). On peut constater, pour cet exemple, que les matières grasses n'ont atteint, au 20ème jour avant maturité, que la moitié de leur valeur finale, tant en poids pour un fruit, qu'en pourcentage de la pulpe fraîche, alors qu'en pourcentage de la pulpe sèche, elles paraissent avoir atteint 85% de leur valeur terminale. L'utilisation du mode d'expression en pourcentage de la pulpe fraîche paraît donc parfaitement justifiée et nous pouvons en trouver l'explication dans le fait qu'elle est du type $\frac{\text{variable}}{\text{constante}}$ (la constante ou du moins la variable peu variable étant le poids de la pulpe du fruit dans le cas de la pulpe du palmier à huile), donc parfaitement représentative de la variable. Elle conduit, pour chacun de nos essais, à une allure semblable, toujours rectiligne, du cours d'accroissement des matières grasses, que l'on retrouve également dans les résultats de BLOMMENDAAL [14] DYKE et JAMES [29] et LAVERGNE [59] exprimés de cette manière.

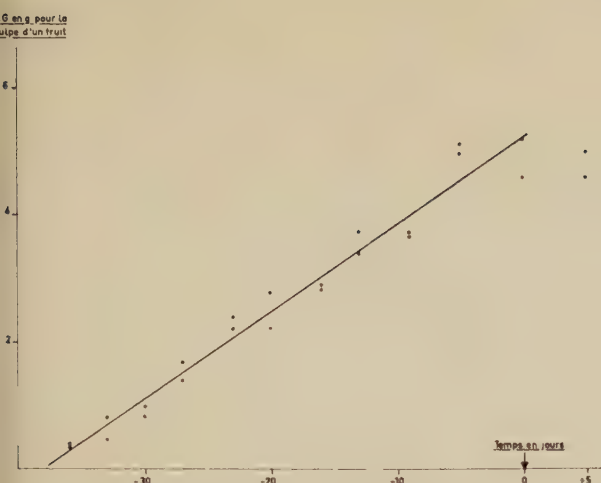


FIG. 29. — Evolution des matières grasses de la pulpe du fruit en poids pour un fruit (Essai D).

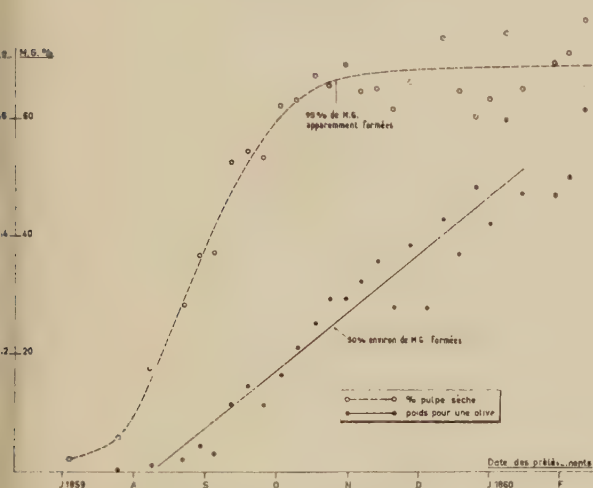


FIG. 31. — Evolution des matières grasses de l'olive (d'après de Luca, 1862).

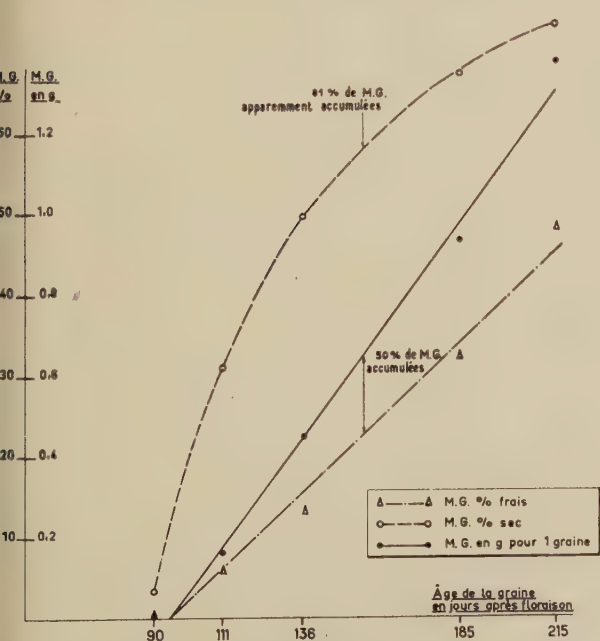


FIG. 33. — Enrichissement en matières grasses de la noix de *Macadamia ternifolia* (d'après Jones et Shaw).

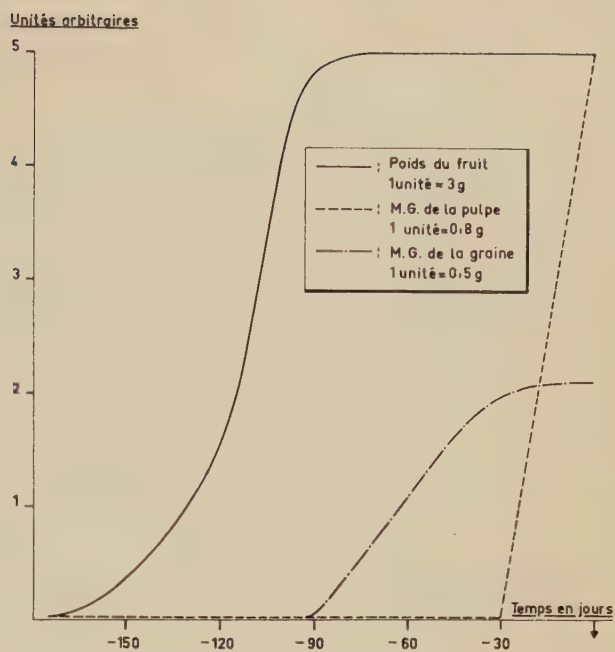


FIG. 30. — Accroissement schématique des matières grasses de la pulpe et de la graine en poids pour un fruit de variété Deli, en rapport avec l'accroissement du fruit entier.

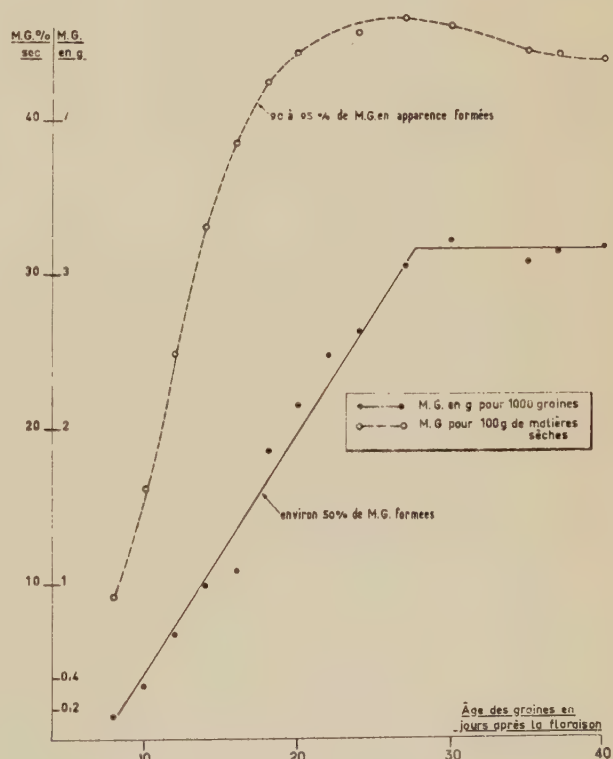


FIG. 32. — Enrichissement en matières grasses de la graine de lin (d'après les résultats de Painter).

Nous résumerons donc le cours de formation des matières grasses dans la pulpe du fruit, par le schéma suivant :

1. - Phase d'accroissement en volume de la pulpe, sans formation de matières grasses, couvrant les 3 premiers mois de la vie du fruit.
 2. - Phase d'état, pour tous les constituants organiques de la pulpe, couvrant les deux mois suivants.
 3. - Phase d'accroissement très rapide et rectiligne des matières grasses, pendant le dernier mois, qui ne s'arrête qu'avec la chute du fruit.
- b/- Dans la graine, l'évolution est tout à fait différente. Ayant déjà montré plus haut, pourquoi l'utilisation du pourcentage matières grasses rapporté à la graine sèche conduit à une représentation erronée, avec une valeur asymptotique voisine de 50% nous ne reviendrons pas sur les motifs qui nous ont poussé à n'utiliser que le pourcentage rapporté à la graine fraîche, pour la représentation de l'enrichissement en matières grasses de la graine. Son interprétation conduit à distinguer trois périodes :
1. - Croissance en volume de la graine ou, du moins, de la cavité interne de la coque, puisque durant cette période, la graine est totalement liquide, sans accumulation de matières grasses, pendant les trois premiers mois de la vie du fruit.
 2. - Enrichissement de la graine en matières grasses et en autres matières de réserves, suivant un cours sensiblement rectiligne, pendant les deux mois suivants.
 3. - Période d'état pendant le dernier mois de la vie du fruit, sans enrichissement de la graine en matières grasses.

Ce schéma est très différent de celui qu'avait élaboré LAVERGNE [59] , en utilisant le seul pourcentage rapporté à la graine sèche. Toutefois, nos résultats, exprimés de la même manière, confirment parfaitement ceux de cet auteur, alors que ceux de CROMBIE [23] , conduisent à des valeurs beaucoup plus faibles de richesse en matières grasses. Mais CROMBIE reconnaît elle-même, que ses extractions étaient probablement incomplètes.

A titre de comparaison, nous avons schématisé l'évolution des matières grasses de la pulpe et de la graine du fruit de palme figure 30 page 69.

2°/ - CHEZ LES OLEAGINEUX EN GENERAL.

Dans une revue récente [108] de ce sujet, ZELLER conclut à l'application possible, au moins d'une façon approximative, de la théorie des 4 périodes de TERROINE [92], soit :

- I - Période prémonitoire, pendant laquelle le fruit augmente de volume, sans que la quantité de matières grasses ne s'accroisse d'une façon appréciable.
- II - Période d'augmentation, pendant laquelle le fruit ou la graine s'enrichit très rapidement en matières grasses.
- III - Période d'état, pendant laquelle les matières grasses ne varient plus.
- IV - Période de régression, pendant laquelle on observe chez les fruits seulement et en particulier dans l'olive, une chute des matières grasses.

C'est la théorie, qu'avaient reprise tous les auteurs d'articles généraux : F.C. MILLER [68] , LEFEVRE [63] , HOUGET [47] , MARKLEY [66] , L.P. MILLER [69] , CROCKER [22] . ZELLER n'y fait qu'une addition importante, c'est qu'elle est aussi applicable, quant à la 4ème période, à certaines graines telles celles du cotonnier.

Il nous paraît cependant, que cette théorie des quatre périodes rend assez inexactement compte du cours de formation des matières grasses du palmier à huile, en particulier, et des autres oléagineux en général, si l'on fait l'étude critique des travaux qui ont permis de l'établir, et nous suggérons d'y apporter quelques modifications.

Encore qu'il soit téméraire de généraliser en un domaine, où bien des fruits et des graines d'oléagineux n'ont pas encore été suffisamment étudiés, voici le schéma général que nous proposons :

1ère phase. - Période pendant laquelle la graine ou le fruit augmente de volume sans s'enrichir en matières grasses. Elle est tout à fait identique à celle de TERROINE. Le fruit ou la graine élabore ses tissus et se gorge d'eau ou plutôt d'une solution riche en matières minérales.

2ème phase. - Période d'enrichissement rapide, mais beaucoup plus longue qu'elle n'est prévue dans le schéma de TERROINE, pendant laquelle, dans les fruits les mieux connus (olive et fruit de palme), il n'y a pratiquement qu'accumulation de matières grasses et pendant laquelle, dans les graines, il y a enrichissement simultané en matières grasses et en autres matières de réserve (protéides et glucides). On enregistre, pendant cette période, un départ de l'eau et des matières minérales.

L'utilisation abusive de l'expression "matières grasses rapportées au poids de matières sèches" a faussé d'une manière générale, l'analyse de cette deuxième phase, car elle conduit à faire croire que l'organe a atteint sa teneur maximale en matières grasses, alors qu'en poids pour un organe, la valeur réelle n'est encore que de 50 à 60% de la valeur terminale. On cite souvent un cas d'évolution très

curieuse, celui des graines de Lychnis githago, étudiées par KORSAKHOW (57) : l'auteur conclut à une diminution des matières grasses très nette, au cours de la maturation, puisque les fruits jeunes détiennent 15% de matières grasses rapportées à la matière sèche, alors que les fruits mûrs n'ont qu'une teneur de 6,8% rapportée à la matière sèche. C'est là un exemple outré de la déformation à laquelle conduit l'expression pourcentage rapporté à la matière sèche : en effet, si l'on calcule les poids pour un fruit, l'évolution apparaît très normale car les fruits jeunes détiennent 9,4 mg de matières grasses par fruit et les fruits mûrs 25,2 mg par fruit.

3ème phase. - Période d'état, à notre avis inexistante pour les matières grasses de la pulpe des fruits, mais bien réelle pour les graines, car toutes liaisons entre la graine et son support nourricier étant vraisemblablement coupées, il ne peut y avoir enrichissement en matières grasses. On peut cependant y observer des augmentations apparentes :

- du pourcentage matières grasses rapporté au poids sec, du fait de pertes en autres matières de réserve par fermentation,
- du pourcentage matières grasses rapporté au poids frais, du fait d'une dessiccation de l'organe de réserve.

On trouvera aussi dans la littérature des chiffres indiquant en poids pour un organe une augmentation ou une diminution nette pendant cette période. Ils sont le plus souvent contredits par d'autres résultats. Par ailleurs, une étude attentive montrera que les échantillons étaient insuffisamment représentatifs et que les variations ne sont pas "significatives".

Pour appuyer nos critiques, nous citerons quelques exemples tirés de publications, souvent assez anciennes.

a/ - L'Olive.

Les résultats obtenus sur ce fruit par HARTWICH et ULLMANN [39], sont cités par ZELLER [108], d'ailleurs avec quelques restrictions, comme un exemple d'application de la théorie de TERROINE.

On y retrouve, en effet, les phases de TERROINE et en particulier la dernière, car tant en poids pour un fruit qu'en pourcentage rapporté au poids sec, les matières grasses baissent en fin de maturation. Toutefois, le nombre de prélèvements (sept) est petit et il est très probable que les échantillons soient peu représentatifs. Si nous nous reportons à des travaux, portant sur un nombre de prélèvements plus importants, on ne retrouve plus la même allure.

De LUCA [65] dans l'une de ses publications (celle de 1863), ne retrouve la dernière phase de régression qu'en pourcentage rapporté au poids sec. Les résultats (que nous avons recalculés) des derniers prélèvements en mg pour un fruit, sont bien moins probants:

Date de récolte	Poids de matières grasses en mg pour une olive	% <u>Matières grasses</u> <u>Matière sèche</u>
4.11	366	37,5
11.11	380	38,1
18.11	390	41,1
25.11	418	43,6
2.12	322	35,6
9.12	376	36,3

Si l'on se reporte à une autre de ses publications (1862) on ne retrouve plus du tout le même phénomène

(voir fig. 31 page 69). Si, en pourcentage rapporté au poids sec, subsistent les trois premières phases de TERROINE, en poids pour un fruit on ne retrouve plus que deux phases, dont la dernière, s'étalant sur 6 mois, est caractérisée par un accroissement rectiligne des matières grasses. Cet exemple permet aussi de remarquer l'importance que peuvent avoir les variations dues à l'échantillonnage et quelles allures différentes on pourrait obtenir, en supprimant certains prélèvements.

Les travaux plus récents, effectués sur plusieurs variétés par chaque auteur, mettent en évidence le même accroissement rectiligne sans fléchissement en fin de prélèvement, non seulement en poids de matières grasses pour un fruit, mais aussi en pourcentage rapporté à la pulpe fraîche (LA BORBOLLA [16] , UZZAN [97] , SANDRET [83]).

L'olive n'est donc pas un exemple d'application de la théorie générale de TERROINE, comme pourraient le faire croire les résultats d'HARTWICH et ULLMANN mais, bien plus, en utilisant des modes de représentations corrects on n'y retrouve que deux phases, l'une prémonitoire, l'autre d'accroissement rectiligne.

b/ - Graine de lin.

De nombreux chercheurs, DILLMANN [27] , JOHNSON [50] , THEIS et ses collaborateurs [93] , EYRE [30] , BARKER [7] , PAINTER [72] , ont suivi les matières grasses de cette graine au cours de la maturation. Les résultats de DILLMANN ont souvent été cités par les auteurs d'articles généraux (MILLER [68] , LEFEVRE [63]) comme un exemple d'application de la théorie de TERROINE. Pour notre part, nous avons repris, figure 32 page 69, les résultats de PAINTER qui, à peu près identiques à ceux de DILLMANN, nous ont paru plus sûrs, puisque

cet auteur a travaillé sur un nombre de graines très important. En considérant le pourcentage matières grasses rapporté à la matière sèche, on retrouve les quatre phases de TERROINE. Mais cette évolution paraît immédiatement incorrecte, si l'on considère les poids de matières grasses pour 1.000 graines, qui ne peuvent être soupçonnés non représentatifs avec l'échantillonnage important utilisé.

En accord avec notre théorie générale, il apparaît alors une disparition de la 4ème phase et surtout un accroissement moins rapide et plus prolongé, durant la 2ème phase.

c/ - Fruit de Macadamia ternifolia.

Nous avons retenu l'exemple de ce fruit, étudié par JONES et SHAW [51], car c'est un cas rare, où l'on trouve les résultats exprimés à la fois, en poids pour un fruit, en pourcentage de la matière fraîche et en pourcentage de la matière sèche. La figure 33 page 69 tracée d'après ces résultats, permet de montrer une fois encore quelle déformation résulte de l'utilisation du pourcentage rapporté au poids sec et met en évidence l'identité d'allure des deux autres modes de représentation. Cet exemple nous paraît important, car il montre l'intérêt d'utilisation du pourcentage rapporté à la matière fraîche chaque fois que l'on peut assurer qu'il n'y a pas eu dessiccation artificielle de l'organe à analyser. C'est aussi l'un des cas, où l'on trouve une chute de l'eau (de 95% à 33% de la matière fraîche), avec un cours très comparable à celui du fruit de palme, qui montre bien quels renseignements intéressants peut apporter la mesure de la teneur en eau.

d/ - Autres graines oléagineuses.

D'une manière générale, notre critique est applicable chaque fois que les résultats en poids de

matières grasses pour un organe ont été rapportés.
Citons :

- Les résultats de MUNTZ [71] , sur le colza, où le pourcentage rapporté au poids sec passe par son maximum alors que les matières grasses en poids pour une graine n'ont atteint que 75% de leur valeur finale.
- Ceux de LECLERC du SABLON : sur le ricin [60] où l'enrichissement en poids pour une graine est pratiquement rectiligne en fonction du temps, sur le soja [60] l'amande et la noix [61] , où l'accroissement, en poids pour une graine, est beaucoup plus lent qu'en pourcentage rapporté au poids sec.
- Ceux de VORONTZOFF [104] , sur Aleurites Cordata, où les matières grasses, en pourcentage du poids frais, passent du simple au double, tandis qu'en pourcentage du poids sec elles restent sensiblement constantes.
- Ceux de THOR et SMITH [94] , sur la noix de pécan (Carya olivae formis), où les matières grasses, en poids pour un fruit, n'ont atteint que leur demi-valeur finale, alors qu'en pourcentage rapporté à la matière sèche (dont THOR et SMITH critiquent sévèrement l'utilisation), elles paraissent avoir atteint leur valeur optimale.
- Ceux d'ULRICH [95] , sur le lierre, où le pourcentage rapporté au poids sec conduit à une allure bien différente de celle obtenue en utilisant les poids pour un fruit.
- Ceux de PICKETT [74] , sur l'arachide, où l'on retrouve une fois de plus un cours presque rectiligne de l'accroissement des matières grasses, en pourcentage rapporté à la matière fraîche, et beaucoup plus ralenti qu'en pourcentage rapporté à la matière sèche.

- Ceux de KARTHA et NARAYANAN (52) sur Cocos nucifera, où 9 mois après floraison, la teneur en huile, rapportée au poids sec, paraît avoir atteint sa valeur maximale (68-70%) alors qu'un poids pour une noix d'huile n'a atteint que le tiers de la valeur de la noix mûre (3 mois plus tard).
- Ceux de FRANZKE (31) , sur le tournesol, où l'on peut remarquer un accroissement rectiligne des matières grasses en pourcentage rapporté à la matière fraîche, tandis que l'on constate une chute également rectiligne de l'eau en pourcentage rapporté au poids frais. L'accroissement des matières grasses en pourcentage rapporté à la matière sèche présente par contre une allure asymptotique.
- Ceux de SIMMONS et QUACKENBUSH, sur le soja (38) , où les graines n'ont atteint que leur demi-valeur en matières grasses pour une graine, alors qu'elles semblent déjà avoir atteint leur valeur maximale, en pourcentage rapporté à la matière sèche.
- Seuls les résultats de GRINDLEY (35) , sur le cotonnier, peuvent paraître nous contredire. Toutefois, si l'on élimine le dernier prélèvement (récolté d'ailleurs le même jour que l'avant-dernier), on constate que le pourcentage rapporté au poids sec conduit à la même déformation que dans les autres travaux. Par exemple, le prélèvement + 41 jours est composé de graines ne détenant en matières grasses pour une graine que 20% du poids des matières grasses à maturité. Par contre, en pourcentage rapporté au poids sec, les matières grasses paraissent pour ce prélèvement avoir déjà atteint 50% de leur valeur finale.

F. - LA RELATION EAU-MATIÈRES GRASSES.

1°/ - DANS LA PULPE DU FRUIT DE PALME.

Nous avons vu plus haut qu'au cours de l'évolution du fruit de palme la somme des pourcentages eau/poids frais et matières grasses/poids frais reste sensiblement constante. Cela se traduit par une relation algébrique de la forme $Y = (A - X)b$ où Y est le pourcentage de matières grasses rapporté au poids frais, A le pourcentage $\frac{\text{eau}}{\text{poids frais}}$ avant la formation de réserves du fruit, et b, un coefficient voisin de 1. Dans les cas particuliers des essais D et F, que nous avons pris comme exemple pour tracer notre figure 34 page 80, les équations de regression sont :

Essai D : $Y = (85,2 - X) 0,945 = 80,5 - 0,945 X.$

Essai F : $Y = (89 - X) 0,926 = 82,25 - 0,926 X.$

VANDERWEYEN [101] , puis nous-même [25] , avons cherché à vérifier si cette relation était applicable aux fruits des régimes portés par différents arbres, mais à maturité voisine. Après avoir constaté que la somme était toujours comprise entre 82 et 86 au moment de la récolte des régimes, nous avons cherché l'un et l'autre à en faire le principe d'une méthode d'analyse rapide de la teneur en huile. Les vérifications que nous avons effectuées ne portaient cependant que sur des arbres d'origine voisine (" YANGAMBI" pour VANDERWEYEN et "DELI" pour nous-mêmes). Nous verrons, dans notre dernier chapitre, que si l'on cherche à appliquer cette méthode à d'autres variétés (par exemple "POBE") et durant des époques différentes de l'année, on a intérêt à choisir une relation pour chaque variété et pour chaque saison afin d'obtenir des résultats plus précis.

2°/ - DANS LA GRAINE DU FRUIT DE PALME.

L'existence d'une telle relation dans la graine ne nous paraît pas douteuse. Les résultats des essais

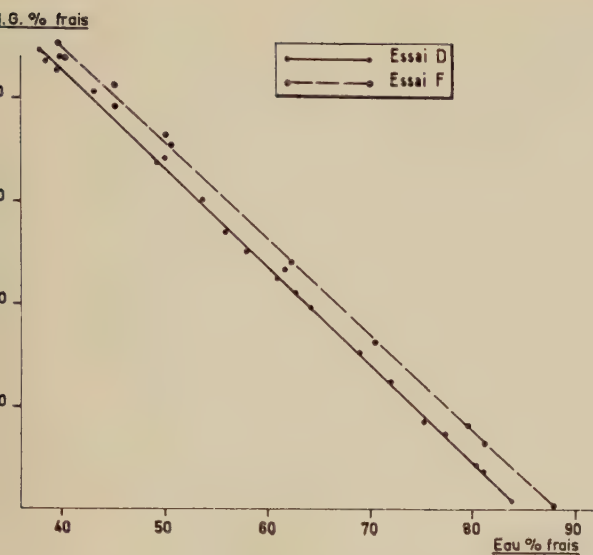


FIG. 34. — Relation eau-matières grasses dans la pulpe des fruits des essais D et F.

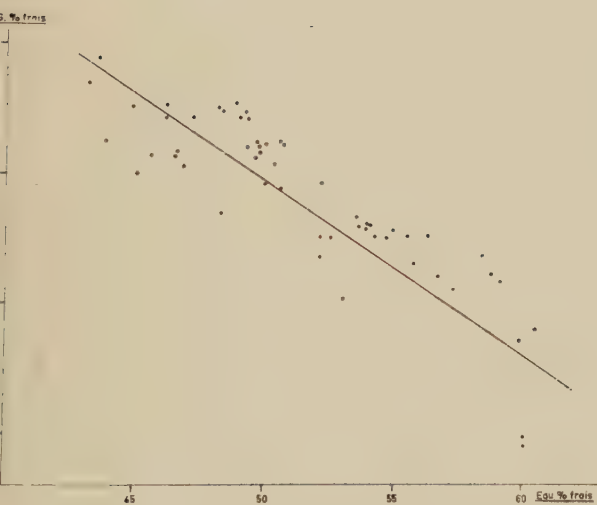


FIG. 36. — Relation eau-matières grasses dans l'olive (d'après les résultats d'Enfidaville).

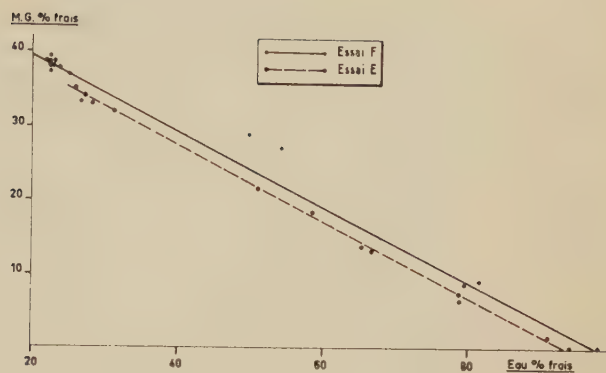


FIG. 35. — Relation eau-matières grasses dans la graine des fruits des essais E et F.

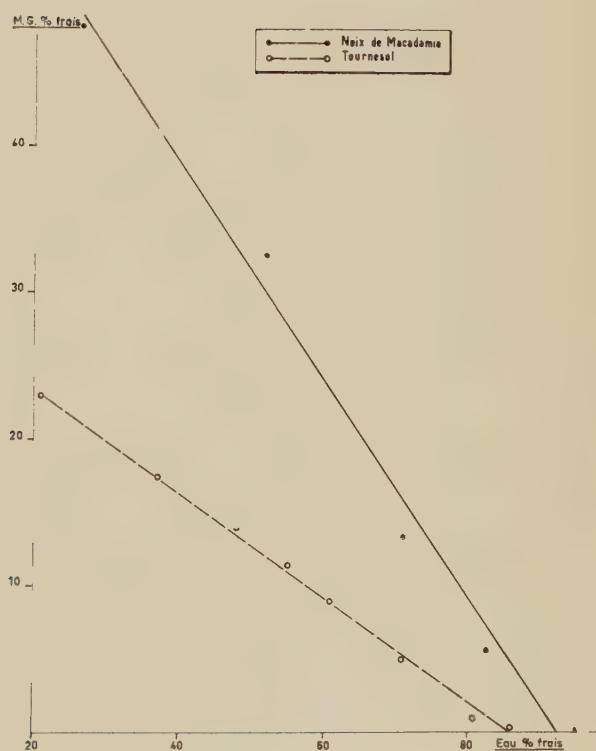


FIG. 37. — Relation eau-matières grasses au cours de la maturation des graines de tournesol (d'après les résultats de Franske) et des noix de *Macadamia* (d'après les résultats de Jones et Shaw).

E et F, qui nous ont permis de tracer la figure 35 page 80, montrent en effet l'existence d'une relation toujours de la forme

$$Y = (A - X)b$$

Essai E : $Y = (98 - X) 0,50 = 49 - 0,5 X$

" F : $Y = (94 - X) 0,51 = 47,94 - 0,51 X$

Toutefois la constante A est élevée, voisine de 96 ± 2 et le coefficient b beaucoup plus petit, ce qui traduit un autre phénomène : l'accroissement parallèle en protéides et autres matières de réserve non lipidiques.

3°/ - CHEZ LES AUTRES FRUITS OU GRAINES D'OLEAGINEUX. a/ - l'Olive.

On pouvait s'attendre à trouver, pour la pulpe de ce fruit, une relation semblable à celle mise en évidence pour la pulpe du fruit de palme. Ce n'est cependant pas le cas; seul PITMANN [76] l'a retrouvée, les travaux plus récents de LA BORBOLLA [16] , d'UZZAN [97] et de SANDRET [83] , ne mettent en évidence que des variations irrégulières de la somme % eau + % matières grasses.

Nous-même, n'avons retrouvé qu'une relation grossière, trop peu précise, pour être susceptible d'application pratique (voir figure 36 page 80) en analysant les résultats communiqués par BUCHMAN, portant sur des échantillons récoltés au domaine d'ENFIDA (Tunisie). On peut expliquer l'inexistence, ou plutôt le manque de netteté, d'une relation eau-matières grasses dans l'olive par plusieurs raisons :

1. Pendant la plus grande partie de la maturation, le fruit continue à se développer en volume, donc a maintenir dans sa partie la plus externe une teneur en eau élevée et constante, tandis que les parties les plus internes perdent de l'eau, " remplacée "

par des matières grasses.

2. La plupart des analyses effectuées portent sur le fruit entier d'où l'obtention de la résultante de trois phénomènes : variation de l'eau de la graine, variation de l'eau de la coque, variation de l'eau de la pulpe.
3. Toutefois en n'analysant que la pulpe seule, SANDRET { 83 } n'a pu retrouver une relation nette entre eau et matières grasses et il invoque une troisième explication : l'humidité de la pulpe d'olive est sous la dépendance étroite des conditions climatiques, dépendance sans doute variable, avec la variété de l'olive et aussi avec la nature des sols et des climats, où l'on cultive l'olivier.

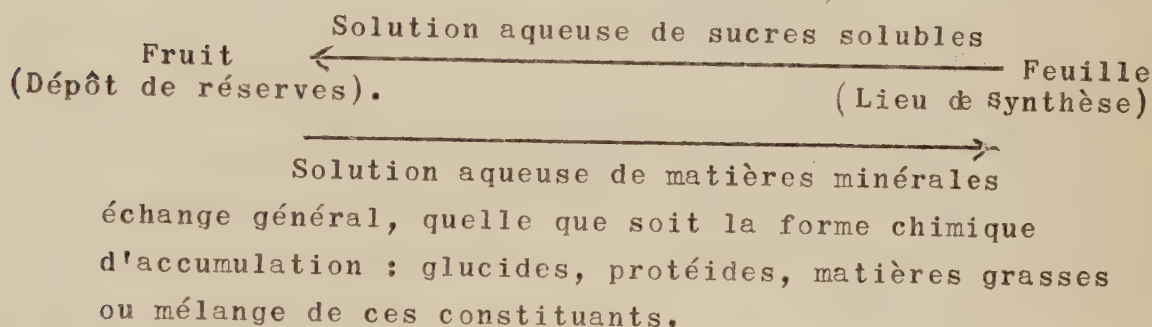
b/ - Graines oléagineuses.

Il nous semble que l'on devrait retrouver, dans toutes les graines oléagineuses, une relation du même type que celle que nous avons observée dans la graine du fruit de palme. Malheureusement les mesures de poids frais ont trop souvent été faites sans précaution suffisante, ou trop souvent non rapportées, pour que nous puissions faire la généralisation de cette hypothèse. On peut toutefois trouver des présomptions favorables en sa faveur, dans les travaux de LECLERC DUSABLON { 60 } et de SIMMONS et QUACKENBUSH { 87 } . Les résultats de JONES et SHAW { 51 } sur la noix de Macadamia et de FRANZKE { 31 } sur le tournesol nous ont permis de la vérifier (voir figure 37 page 80) et KATAYAMA et NAGATOMO { 53 } ont pu mettre récemment en évidence une corrélation inverse entre teneur en huile et teneur en eau au cours de la germination de l'arachide.

4°/- SIGNIFICATION PHYSIOLOGIQUE.

Nous ne désirons qu'attirer l'attention sur une relation, d'ailleurs mise en évidence dans la pulpe du fruit du palmier à huile pour la première

fois par DYKE et JAMES et sans doute remarquée par d'autres chercheurs sur d'autres graines oléagineuses ou non. Elle n'a qu'une importance physiologique restreinte, traduisant l'arrivée dans le fruit de métabolites, qui s'y emmagasinent sous forme de réserves, et le départ apparent de l'eau. Toutefois, comme nous allons le voir plus loin, l'eau, qui part du fruit, entraîne des matières minérales et le phénomène apparaît alors, plus logiquement, comme un échange apparent de solutions qualitativement différentes :



G. - DATE DE RECOLTE ET TENEUR EN HUILE DU FRUIT DE PALME - RAPPORTS ENTRE PULPE ET GRAINE.

Rappelons, dès le début de ce paragraphe, que nous avons adopté au cours de notre étude, une tout autre attitude que les chercheurs précédents. En effet, BLOMMENDAAL {14} , LAVERGNE {59} , DYKE et JAMES {29} , CAUHAPE {18} , cherchaient, plus ou moins consciemment, à démontrer que la date de récolte adoptée par les planteurs (coupe du régime dès que cinq à dix fruits s'étaient détachés librement) coïncidait avec le moment où la teneur en huile de la pulpe était maximale. Pour nous la date de récolte est imposée par d'autres facteurs.

a/ - Si le régime atteignait une teneur en huile maximale avant cette date, aucun critère pratique ne pourrait remplacer celui des premiers fruits détachés. Par ailleurs, le traitement en huilerie des régimes, à fruits bien adhérents, serait plus difficile et il serait nécessaire de modifier les techniques d'égrappage.

- b/ - Si les fruits, restés adhérents au régime continuent à emmagasiner de l'huile, il n'est cependant pas possible d'attendre pour leur récolte, car cela entraînerait :
1. - Une augmentation très importante du prix de revient de la main-d'oeuvre, du fait du temps "perdu" pour la récolte des fruits détachés qui s'éparpillent à la coupe du régime.
 2. - Une perte inévitable de fruits détachés, même en pratiquant la technique du "rond dénudé" autour du pied du palmier. Cette perte peut expliquer un résultat curieux de DUFRANE et BERGER (28) qui rapportent une chute du pourcentage $\frac{\text{fruits}}{\text{régimes}}$ en fonction du nombre de fruits détachés des régimes à leur récolte.
 3. - Une perte de qualité importante, les fruits détachés s'écrasant plus facilement lors des manipulations et devenant un substrat pour les moisissures. Ces deux phénomènes contribuent, en effet, à élever l'acidité de l'huile (26) .

Cette attitude nous a permis de garder une plus grande liberté d'esprit et ainsi, de rejeter l'utilisation du pourcentage d'huile rapporté à la matière sèche, qui menait à une confirmation des conclusions des auteurs précédents. Elle nous a permis d'aboutir à un avis tout différent : pour la plupart des régimes, l'accumulation de l'huile, dans la pulpe des fruits restés adhérents au régime, se poursuit après que les premiers fruits se soient détachés. Ceci découle de toutes les courbes d'évolution des matières grasses de la pulpe, en fonction du temps, que nous avons établies, si l'on considère l'huile en poids pour un fruit ou en pourcentage de la pulpe fraîche. L'essai C est particulièrement démonstratif. Les premiers fruits se détachent alors que les fruits adhérents ne détiennent encore qu'une teneur très basse (14,40 et 14,90% de matières grasses rapportées à la pulpe fraîche) et que la courbe de formation de l'huile est en pleine ascension.

Des teneurs aussi basses ne sont pas exceptionnelles et nous verrons, dans notre dernier chapitre, qu'il est assez fréquent de trouver des teneurs comprises entre 20 et 35% au moment de la récolte. Les fruits de ces régimes continueraient donc à mettre en réserve des matières grasses, si on ne coupait pas le régime. Notre opinion est confirmée par les résultats de DUFRANE et BERGER {28} , qui ont mis en évidence une augmentation de la teneur en huile de la pulpe des fruits restés adhérents au régime, en fonction du nombre de fruits détachés suivant la relation $y = 45,2 + 0,083 x$ où y est le pourcentage d'huile de la pulpe fraîche et x le nombre de fruits détachés. (*)

Notre conclusion peut paraître surprenante, à qui, sont familières les opinions de BLOMMENDAAL et de LAVERGNE et le schéma classique d'évolution des matières grasses de TERROINE, mais nous pensons avoir clairement montré que ces résultats reposaient sur une utilisation abusive du pourcentage de matières grasses rapporté à la matière sèche.

Il ne faut pas s'étonner que ce taux soit mal déterminé. En effet, l'accumulation des matières grasses de la pulpe est loin de présenter une importance biologique aussi essentielle que la formation des matières de réserves de la graine dont dépend la germination de la graine et de ce fait la reproduction de l'arbre lui-même. On peut même, d'un point de vue darwinien considérer l'enrichissement en matières grasses de la pulpe comme un luxe. En conséquence, on peut penser que chez les variétés de palmier à huile actuellement existantes, les matières grasses de la pulpe ne peuvent atteindre leur limite maximale

(*) - Nous pensons d'ailleurs qu'il faudrait modifier la forme de cette relation en tenant compte du pourcentage de fruits détachés par rapport aux fruits totaux, plutôt que de leur nombre en valeur absolue, chiffre trop variable suivant la variété du palmier.

théorique que dans des conditions tout à fait favorables et exceptionnelles et que le début même de la formation des matières grasses de la pulpe est conditionné par la fin du développement de la graine.

Physiologiquement, les rapports entre graine et pulpe paraissent très vraisemblables et CROMBIE [24] a récemment attiré l'attention sur eux. Anatomiquement, comme YAMPOLSKI [107] l'a bien démontré, rien ne s'oppose à des échanges entre pulpe et graine, tant que les tissus ne sont pas franchement différenciés, c'est-à-dire jusqu'à trente à quarante-cinq jours de la maturité, suivant les fruits. Toutefois, en confrontant nos résultats, un échange quantitatif de matières organiques accumulées ou de matières minérales paraît impossible. Il nous semble plus vraisemblable de supposer que c'est la distribution des matières organiques à leur arrivée dans le fruit qui est sous la dépendance d'un mécanisme commun, dirigé peut-être par des substances hormonales de la graine. En effet, si l'on se rapporte à notre fig. 30^(*), où nous avons schématisé l'accroissement en matières grasses de la pulpe et de la graine, il semble bien que la mise en réserve des matières grasses de la pulpe ne commence qu'à partir du moment où celle de la graine est achevée.

Ces rapports peuvent se compliquer du fait de la concurrence des autres régimes et si le début de l'accumulation de l'huile dans la pulpe est conditionné par la fin de la mise en réserves des substances organiques de la graine l'arrêt de cette accumulation par détachement du fruit peut être déclenché par d'autres conditions telles que l'appel de réserves, pour les graines d'autres régimes, pour le développement végétatif de l'arbre lui-même, conditions plus ou moins critiques suivant les facteurs climatiques, la vigueur végétative, la nutrition minérale et hydrique. On peut observer un tel phénomène, chez les jeunes palmiers où les premiers régimes d'aspect "avorté"

(*) - fig. 30 page 69

comportent cependant des graines complètes mais des exocarpes à teneur en huile nulle ou très faible. (BLONDELEAU {58 f} en rapporte plusieurs exemples observés dès 1925). Nous verrons aussi, dans notre dernier chapitre que les basses teneurs en huile de la pulpe à maturité sont toujours liées à des conditions d'existence du palmier difficiles : climat défavorable, rythme de production trop élevé, maladie ou médiocre vigueur végétative. LAVERGNE l'avait déjà partiellement noté {58 d} . Il est possible que la durée d'évolution du régime soit également sous la dépendance de ces conditions. Nos essais E et F peuvent en fournir l'exemple : il semble bien que les fruits de l'essai E portés par un régime isolé, sur un arbre très vigoureux, évoluent plus rapidement non seulement pour la formation de l'huile dans leur pulpe mais pour la formation de la coque et de la graine que ceux de l'essai F portés par un arbre, surchargé de régimes et d'une vigueur végétative encore faible du fait de son jeune âge.

Notons encore, car ce fait est important pour les relations endocarpe-exocarpe chez les fruits en général, que, si la fin de l'évolution de la graine semble déclencher le départ de la formation de matières grasses de la pulpe, il peut cependant se former des matières grasses dans la pulpe du fruit de palme en absence totale de graine, non seulement dans le fruit lui-même (ce qui est un cas banal, de nombreux régimes portant des fruits anormaux, parthénocarpiques et sans graines dont la pulpe est cependant riche en matières grasses) mais aussi dans le régime et les régimes avoisinants. Il existe en effet à la station de recherches de l'I.R.H.O. de Sibiti un arbre (n° A 44 24-5) tout à fait anormal, ne portant que des régimes à fruit composés de 95% de pulpe et de 5% environ d'un noyau fibreux sans graine dont la pulpe paraît déterminer une teneur en matières grasses normale.

I. - EVOLUTION DES MATIERES MINERALES.

Nous traiterons dans ce paragraphe de l'évolution seule des éléments P, K, Ca et Mg, ne désirant pas inclure dans les matières minérales l'azote, à notre avis, de nature organique pour le fruit de palme.

1°/ - CHOIX D'UN MODE DE REPRESENTATION CORRECT.

Nous avons été amenés plus haut à rejeter le mode de représentation "rapporté au poids sec" pour les matières grasses. La discussion d'un exemple précis nous montrera que l'utilisation de ce mode d'expression est également incorrecte, pour l'analyse des matières minérales.

Prenons comme exemple l'évolution de potassium dans la coque au cours de l'essai F, rapportée plus haut en mg pour un fruit fig. 22 page 48 en pourcentage de coque fraîche fig. 24 page 48, en pourcentage de coque sèche fig. 26 page 55 et en pourcentage de l'eau de la coque dans nos tableaux annexes.

a/ - Nous nous apercevons que si l'évolution rapportée au poids sec est spectaculaire (le pourcentage de K varie comme de 100 à 1) elle est tout à fait artificielle. En effet, en poids pour un fruit, l'amplitude des variations est 10 fois moindre. Ce phénomène semble général lorsque l'on suit les matières minérales au cours de l'évolution d'un organisme végétal, et il a bien été mis en évidence dans les travaux de G. ANDRE (4). On s'explique facilement l'exagération de la représentation : " % poids sec", par un phénomène de "dilution" dû à l'apport de matières organiques. En effet, s'il y a apport de matières organiques tandis que les matières minérales diminuent, la diminution vraie des éléments minéraux sera automatiquement exagérée en rapportant les éléments minéraux au matériel organique. D'un autre point de vue, l'utilisation du pourcentage rapporté au poids sec est arbitraire dans son esprit, car elle

peut conduire à faire déposer des matières minérales sur des matériaux organiques dans la constitution desquels elles n'entrent pas à l'état vivant.

b/ - L'utilisation des résultats "en poids pour une coque" rend moins nette l'évolution de l'élément considéré, car ils dépendent de la croissance des fruits ou de ses variations dues à un échantillonnage trop faible.

c/ - C'est donc la représentation "% poids frais" que nous choisirons de préférence pour la discussion de nos résultats.

Elle conduit pour le potassium de la coque à une évolution comparable à celle du pourcentage rapporté au poids sec, mais beaucoup moins exagérée, l'amplitude des variations étant du même ordre que celle des poids de potassium pour une coque. Elle nous permet de préciser l'évolution du potassium, pendant les premiers mois de la vie du fruit, en éliminant l'influence de la croissance de la coque et l'on peut voir qu'au lieu d'une augmentation apparente si l'on utilisait les seuls poids, il y a au contraire, diminution en concentration.

d/ - Enfin, si nous avons la curiosité de rapporter le potassium de la coque à l'eau contenue dans la coque, nous aboutissons à un résultat surprenant : il n'y a pratiquement plus aucune variation du rapport

$\frac{K}{\text{eau}}$. Ce renseignement est de grande valeur, car il nous permet d'établir que le potassium quitte la coque avec l'eau et de conclure presque avec certitude au caractère migrateur de cet élément. Nous apporterons donc une attention particulière au rapport :

$\frac{\text{élément minéral considéré}}{\text{eau}}$, qui nous permettra de juger au moins approximativement du rôle de chaque élément.

2°/ - EVOLUTION DANS LA COQUE.

Les quatre éléments P, K, Ca et Mg suivent une évolution parallèle. La représentation $\% \frac{\text{élément}}{\text{poids frais}}$ met bien en évidence leur baisse de teneur tout au long de la vie de la coque, sans effet de dilution par accumulation d'autres substances, qu'amène la représentation pourcentage rapporté au moids sec.

Cette baisse de teneur varie légèrement (voir tableau VII), suivant le régime analysé, et est nettement plus marquée pour le potassium et le calcium que pour le phosphore et le magnésium.

Tableau VII - Baisse de teneur en éléments minéraux de la coque.

Elément considéré	Rapport $\frac{\% \text{ du poids frais de l'élément à maturité}}{\% \text{ du poids frais de l'élément quatre mois avant maturité.}}$	
	ESSAI E	ESSAI F
K	0,100	0,120
Ca	0,250	0,080
P	0,300	0,400
Mg	0,400	0,300

Si l'on considère les rapports $\frac{\text{éléments}}{\text{eau}}$, ils sont beaucoup moins variables, quel que soit l'élément considéré, et surtout, leurs variations sont irrégulières à l'intérieur d'un même essai ou d'un essai à l'autre. On peut en conclure qu'eau et matières minérales de la coque sont étroitement liées, autrement dit que les éléments minéraux de la coque sont de nature migratrice et qu'ils ne jouent qu'un rôle direct négligeable, dans l'élaboration ou la constitution de ses matières organiques.

3°/ - EVOLUTION DANS LA PULPE.

L'évolution des pourcentages rapportés au poids frais est nettement différente de celle de la coque.

a/ - La teneur en phosphore, élevée dans les premiers prélèvements, décroît pendant les premiers mois de la vie du fruit, puis reste ensuite sensiblement constante. Elle est tout à fait indépendante de la teneur en eau. On peut donc conclure que le phosphore de la pulpe n'a aucun caractère migrateur, qu'il joue, d'une part un rôle indirect important (sans doute en entrant dans la constitution d'intermédiaires indispensables ou d'enzymes), lors de l'élaboration des tissus de la pulpe, et d'autre part un rôle direct, en entrant dans la constitution de certains éléments organiques de la pulpe.

b/ - La teneur en potassium s'accroît au contraire pendant les premiers mois de la vie du fruit, pour atteindre son maximum, environ un mois après l'arrêt de croissance en volume du fruit. Puis, elle tombe durant la formation des matières grasses de la pulpe proportionnellement à la teneur en eau. Il y a donc une partie de la vie de la pulpe, pendant laquelle le potassium est indépendant de la teneur en eau puis une partie durant laquelle il en dépend strictement. Ce phénomène est particulièrement apparent si l'on considère le rapport $\frac{K}{\text{eau}}$ qui passe de 3‰ vers le 120ème jour avant maturité à 4,5 - 5,0‰ vers le 60ème jour et reste ensuite constant.

c/ - Les teneurs en calcium et en magnésium suivent une évolution sensiblement parallèle à celle du potassium.

4°/ - EVOLUTION DANS LA GRAINE.

Nous ne retiendrons, pour cet organe, que la représentation $\frac{\text{élément}}{\text{poids frais}}$ en remarquant combien serait déformée l'évolution des matières minérales rapportées au poids sec du fait de la dilution due à l'enrichissement en matières organiques de réserve, considérable pour cet organe.

- a/ - L'évolution de la teneur en phosphore est caractérisée par une augmentation considérable, durant les premiers mois de la vie de la graine : dans l'essai F, du 120ème au 90 ème jour avant maturité, la teneur passe de 0,05‰ à 0,5‰. L'irrégularité de nos résultats ne nous permet pas de conclure, par la suite, à des variations nettes. Toutefois, il apparaît qu'aucune perte de phosphore n'a lieu, durant la forte baisse de teneur en eau de la graine, du 90ème jour au 50ème jour avant maturité. On peut donc conclure au caractère non migrateur du phosphore dans la graine et supposer que cet élément joue un rôle important dans la synthèse des protéides de cet organe.
- b/ - L'évolution de la teneur en potassium suit, jusqu'au 50ème jour avant maturité, une évolution assez comparable à celle de cet élément dans la pulpe, soit une augmentation rapide jusqu'à 3 mois environ avant maturité, puis une chute proportionnée à la baisse de teneur en eau de la graine. On peut remarquer que le rapport K/eau atteint une valeur voisine de la pulpe : 4 à 5‰. Le potassium de la graine semble donc jouer un rôle analogue au potassium de la pulpe durant cette période. Nous nous expliquons assez mal l'augmentation de teneur en potassium en fin de maturation. Elle peut être due à une mauvaise manipulation de notre part dans la séparation des tissus. En effet, tant que la graine reste adhérente à la coque, il est à peu près impossible de ne pas laisser un peu de tégument adhérent à la coque. Au contraire, à partir du 50ème jour avant maturité, le tégument desséché reste plus facilement adhérent à la graine. Cette mauvaise séparation pourrait également expliquer la chute inattendue du

rapport K/eau pour la coque et la remontée anormale du rapport K/eau de la graine.

c/ - L'évolution du calcium dans la graine est assez comparable à celle du potassium. Comme pour cet élément, la concentration en calcium passe par un maximum trois mois avant maturité puis diminue, ensuite, jusqu'au 50ème jour environ avant maturité. Les variations paraissent dues, ensuite, au hasard de notre échantillonnage.

d/ - L'évolution du magnésium est nettement différente. La teneur augmente régulièrement jusqu'au 40ème jour environ avant maturité, puis se maintient sensiblement constante: elle suit donc un cours à peu près comparable à celui des matières de réserve. L'enrichissement en magnésium de l'eau de la graine est également nette puisque le rapport Mg/eau quadruple de valeur du 90ème au 50ème jour avant maturité. Bien que ce phénomène apporte un argument favorable en faveur de l'hypothèse suivant laquelle le magnésium joue un rôle important dans la constitution et l'élaboration des matières de réserve de la graine, on ne peut le considérer comme démonstratif certains végétaux accumulant des éléments apparemment inutiles ou même toxiques dans des conditions analogues.

5°/ - EXISTE-T'IL DES ECHANGES ENTRE ELEMENTS MINERAUX DES TROIS PARTIES DU FRUIT ?

Il semble bien qu'il faille répondre par la négative à cette question. La figure 22 page 48 et, tous nos résultats en poids pour un organe, sont démonstratifs : aucune des variations, enregistrées dans l'une des portions du fruit, ne peut être causée par une variation dans une autre partie. Seule, la légère augmentation des éléments minéraux de la graine en fin d'évolution pourrait être due à une perte des éléments minéraux de la coque.

Nous avons vu que cela pouvait provenir d'une mauvaise manipulation de notre part dans la séparation du tégument.

6°/ - RELATION EAU-MATIERES MINERALES - POSSIBILITE DE GENERALI-
SATION D'UN RAPPORT CONSTANT $\frac{\text{POTASSIUM}}{\text{EAU}}$.

De toute évidence, les matières minérales sont en relation étroite avec l'eau. Il n'est que de considérer les faibles variations des rapports : $\frac{\text{élément}}{\text{eau}}$ dans les différentes parties du fruit, en comparaison avec leur pourcentage rapportés au poids frais ou a fortiori au poids sec pour s'en rendre compte. Cela explique que l'on puisse établir pour le palmier à huile une relation générale entre l'eau et le potassium quel que soit le tissu choisi comme l'a fait SCHEIDECKER [85] . Pour chaque partie du fruit de palme et durant certaines périodes on peut mettre en évidence une relation eau-potassium particulièrement nette. Pour la pulpe, c'est le moment où se forment les matières grasses, pendant les 30 derniers jours de la vie du fruit, pour la coque, c'est la période d'enrichissement en matières organiques du 120ème jour au 30ème jour avant maturité; pour la graine, c'est la période de grande accumulation de matières de réserve du 90ème au 50ème jour avant maturité. Quelle que soit la partie du fruit considérée, on peut remarquer que durant ces périodes, la teneur K/eau est sensiblement constante et s'écarte peu de 4 à 5 grammes par litre. Cette teneur est voisine de celle que l'on peut calculer d'après les résultats de SCHEIDECKER sur d'autres organes du palmier à huile et elle est égale à celle que l'on peut calculer pour la feuille "moyenne" analysée suivant la technique du diagnostic foliaire (potassium/sec = 1% et eau/frais = 67% conduisant à $\frac{\text{potassium}}{\text{frais}} = 0,33\%$ et potassium/eau = 5‰). Cette concentration en potassium de 4 à 5 grammes par litre d'eau

paraît donc une constante pour le palmier à huile (*). Peut-être même cette concentration serait elle caractéristique de nombreux végétaux du moins dans des conditions normales de nutrition minérale. Faute d'une recherche bibliographique suffisante, mais aussi faute d'avoir pu facilement trouver des résultats d'analyse minérale rapportés en même temps que des déterminations rigoureuses de teneur en eau, nous n'avons pu vérifier le bien-fondé d'une telle hypothèse. Nous avons cependant réuni quelques arguments en sa faveur tels que les résultats de G. BERTRAND [8] que nous rapportons tableau VIII. Si l'on tient compte, que très certainement quelques échantillons ont été analysés après une dessiccation intervenue entre récolte et analyse, phénomène qui a pour conséquence d'augmenter le rapport K/eau, les valeurs de ce tableau ne s'éloignent que peu de notre constante 4 à 5 grammes par litre.

Les résultats de PREVOT [78] , sur l'arachide, permettent de calculer un rapport K/eau voisin de 5‰, mais ne permettent pas de dégager une relation entre ‰ eau et ‰ K au cours du développement de l'arachide. Il est vrai que les variations de teneurs en eau sont faibles, si on les compare à celles que nous avons observées sur le palmier à huile.

Les résultats de GHITESCU [33] au cours d'une étude du

(*) - Toutefois, nous apporterons nous-mêmes (voir plus loin chapitre III p. 136) de graves arguments contradictoires contre une généralisation aussi précise du rapport $\frac{K}{\text{eau}}$. Dans une étude de la teneur minérale de la pulpe des fruits de différents arbres nous avons pu mettre en évidence:

- a/ - une variation importante de ce rapport, sur des fruits provenant d'arbres différents, mais de même origine.
- b/ - une valeur différente de ce rapport, suivant l'origine des arbres.

Par ailleurs, il paraît bien que ce rapport soit très dépendant d'une part, de la teneur en potassium du sol, d'autre part, de la capacité de nutrition de l'arbre.

développement des céréales, ne permettent de calculer qu'un rapport K/eau voisin de 3 à 4 grammes par litre. Ils montrent, en accord avec nos propres résultats, qu'au-dessus d'une teneur en eau de 85% on ne peut établir de rapport entre potassium et eau. Il semble, en effet, que pour de telles teneurs en eau, caractéristiques d'organes jeunes en début de développement, on enregistre presque toujours une augmentation de la concentration en potassium. Ce n'est que plus tard que cette concentration atteint 4 à 5 grammes par litre et reste constante quelle que soit la teneur en eau.

Tableau VIII

Concentration potassium/eau de divers organes végétaux (recalculée d'après les analyses de G. BERTRAND).

Végétal et partie analysée		% K/poids frais	% K/poids sec	% $\frac{\text{eau}}{\text{frais}}$	K/eau en g/l
Sureau	feuille	0,729	3,59	79,7	9,2
Lilas	feuille	0,674	2,31	71,8	9,4
Poirier	feuille	0,965	2,38	59,4	16,1
Mûrier	feuille	0,404	2,07	80,5	5,2
Marronnier	fruit	0,433	0,95	53,9	8,1
Fusain	feuille	0,350	1,18	70,4	5,0
Iris	feuille	0,622	5,46	88,6	7,0
Haricot	feuille	0,420	3,20	86,9	4,8
Lierre	feuille	0,292	0,95	69,4	4,2
Marronnier	feuille	0,385	1,29	70,2	5,5
Maïs	feuille	0,448	2,11	78,8	5,7
Maïs	graine	0,345	0,79	56,5	6,1
Tabac	feuille	0,306	4,65	93,4	3,2
Plantain	feuille	0,343	2,45	86,0	4,0
Chou	feuille	0,206	2,18	90,6	2,3

CHAPITRE TROISIEME

ETUDE DE LA VARIABILITE DE LA TENEUR EN HUILE DE LA PULPE DU FRUIT DE PALME, A LA RECOLTE DU REGIME ET DES FACTEURS QUI L'INFLUENCENT.

Nous nous proposons d'exposer et de discuter, dans ce chapitre, les résultats de deux séries d'observations, portant sur deux groupes d'une centaine d'arbres que nous appellerons "Parcelle 36" et "Interorigines".

Nous ne suivrons, dans notre exposé, ni une séparation nette de chacune de ces séries d'observations, ni l'ordre chronologique dans lequel nos résultats ont été obtenus, mais nous considérerons nos résultats comme s'ils provenaient d'une étude d'ensemble, afin d'éviter des répétitions inutiles. Cependant ces deux études n'auraient pas pu être menées simultanément. Notre première étude ("Parcelle 36"), en même temps qu'elle répondait à nos désirs initiaux, c'est-à-dire, mettre en évidence la variabilité du caractère "teneur en huile de la pulpe" et l'influence de la saison sur ce caractère, nous a en effet permis de découvrir d'autres facteurs d'influence, tels que vigueur végétative de l'arbre et rythme de production, qu'il nous a été nécessaire de prendre en considération pour la mise en route de notre seconde étude ("Interorigines") plus particulièrement destinée à mettre en évidence une influence probable de l'origine génétique de l'arbre. Nous rapporterons aussi les résultats obtenus, au cours de ces deux études, concernant d'une part,⁽¹⁾ les rapports existant entre teneur en huile de la pulpe et teneur en matières minérales de la feuille ou de la pulpe.

(1)... l'influence de l'arrosage avec une solution d'hormones, d'autre part...

On trouve une mise en évidence certaine de la variabilité du caractère "teneur en huile" de la pulpe du fruit de palme dans les travaux de BLOMMENDAAL [14], de LAVERGNE [58] et de MELLO GERALDES [67]. Toutefois ces chercheurs ne disposaient pas d'une méthode de détermination rapide et sûre.

En effet, la variabilité des fruits d'un même régime, la répartition hétérogène de l'huile dans la pulpe, la difficulté du broyage rendent difficile la constitution d'un petit échantillon suffisamment représentatif et interdisent par là l'utilisation d'une méthode rapide comme celle des "restes" décrite par ANDRE [3] et celles utilisant, après extraction à l'intérieur même d'un broyeur, une lecture de densité pour la mesure de la quantité d'huile (KENNEDY [54], LECOIN [62]).

Aussi les analystes étaient-ils obligés d'utiliser la méthode classique "au Soxhlet"; la durée importante d'une seule opération (8 heures environ) explique le petit nombre de résultats qu'ils ont pu rapporter et l'impossibilité d'appliquer un calcul statistique.

Par ailleurs, comme nous l'avons déjà rapporté [25] les premiers analystes ont trop souvent négligé la perte en eau avant toute dessiccation, facteur qui a faussé le résultat de leurs analyses rapporté à la pulpe fraîche.

Pour ces raisons, aucune étude des variations de la teneur en huile de la pulpe n'a pu être entreprise avant la mise au point par VANDERWEYEN [101] d'une méthode rapide, fondée sur la relation de l'eau avec les matières grasses du fruit, découverte par DYKE et JAMES [29]. Contrairement à l'article que nous avons publié en 1954 [25] nous verrons plus loin que nous avons quelques restrictions à apporter à la généralisation de cette relation. Si la valeur de la somme (eau + matières grasses) reste constante au sein des fruits d'un même régime au cours de leur maturation, elle peut varier légèrement d'un régime à l'autre d'un même arbre et d'une façon non négligeable entre

divers croisements. Toutefois, il reste indiscutable et conforme aux résultats de VANDERWEYEN que les variations du caractère teneur en eau sont identiques aux variations du caractère teneur en huile de la pulpe. C'est donc indirectement, par l'étude de ce caractère teneur en eau, que nous avons vérifié et élargi les résultats de VANDERWEYEN afin de mesurer l'importance des variations du caractère teneur en huile de la pulpe. Nous ne sommes pas revenus sur les différences qui peuvent exister entre fruits normaux et fruits parthénocarpiques, le pourcentage de ces derniers étant négligeable.

Nous avons considéré comme établie la conclusion de VANDERWEYEN sur l'identité de teneur en matières grasses moyenne des fruits internes et externes et avons ainsi limité notre étude à celle des fruits externes.

L'origine de la variabilité du caractère "teneur en huile" n'a fait l'objet que de peu d'études. Cependant, on peut citer les recherches succinctes de LAVERGNE (58 d et 58 c) sur l'influence saisonnière et sur l'influence des maladies. Récemment PRONK (80) a cherché à étudier l'influence de l'origine du palmier en effectuant un assez grand nombre d'analyses. Toutefois, ces derniers résultats souffrent d'une erreur systématique due à une non estimation de la perte en eau avant analyse.

I. - DESCRIPTION DES ETUDES.

A. - ETUDE PARCELLE 36.-

1°/ - CHOIX DES ARBRES ETUDIES.

Désireux d'étudier la variabilité du caractère teneur en huile de la pulpe de fruits d'arbres de même origine que celle de ceux que nous suivions pour l'évolution des constituants du fruit, nous avons choisi comme parcelle d'observation, à Pobé la parcelle 36, et dans cette parcelle, les 130 pre-

miers arbres. Tous ces arbres sont originaires d'un régime femelle "DELI", récolté sur une palmeraie de Dabou (Côte d'Ivoire) après fécondation libre. Leur plantation date de Mai 1938, à partir de noix, mises en germe en Mai 1936. Initialement, nous n'avons retenu que 100 des 130 premiers arbres pour notre étude, éliminant tout arbre remplacé et tout arbre présentant des caractères "DELI" insuffisants. Après quelques mois d'observation, nous fûmes contraints d'éliminer 10 arbres dont les fruits ne présentaient pas de caractères typiquement "DELI". De plus, nous fûmes amenés à classer les 90 arbres restants d'après leur aspect végétatif; en voici le résultat :

- Catégorie "Vigoureux" - Arbres ne présentant aucune trace de maladie à stipe élevé : 4,50 mètres ou plus, à couronne foliaire bien développée (rayon : 5 mètres ou plus) et aux folioles larges et nombreuses. Au nombre de 17 ces arbres portent les n° : 7 - 14 - 22 - 28 - 31 - 32 - 35 - 43 - 44 - 54 - 81 - 88 - 92 - 98 - 101 - 106 - 125.

- Catégorie "Chétifs" - Arbres présentant souvent des traces de maladies, stipe peu élevé (le plus souvent inférieur à 3 mètres), à couronne foliaire mal développée (le plus souvent rayon inférieur à 4 mètres), aux folioles étroites et relativement peu nombreuses. Ces arbres, au nombre de 33, portent les n° : 3 - 6 - 10 - 12 - 13 - 18 - 21 - 23 - 26 - 29 - 34 - 36 - 38 - 39 - 40 - 41 - 45 - 47 - 51 - 58 - 59 - 60 - 66 - 68 - 80 - 84 - 87 - 94 - 105 - 111 - 114 - 119 - 121.

- Catégorie "Normaux" - Arbres ne présentant aucune trace de maladies, à stipe moyen (3,50 mètres à 5,50 mètres), à couronne foliaire développée normalement (rayon de 4 à 5 mètres) aux folioles de dimensions normales et en nombre normal, ou arbres d'aspect végétatif de la catégorie "vigoureux" mais entachés d'un caractère de la catégorie "chétifs" tel que maladie parasitaire ou folioles étroites. Ces arbres, au nombre de 40, portent les n° : 1 - 2 - 5 - 9 - 15 - 16 - 19 - 20 - 24 - 25 - 30 - 37 - 48 - 49 - 53 - 55 - 56

57 - 61 - 62 - 63 - 65 - 71 - 72 - 73 - 75 - 76 - 78 - 79 - 83 -
95 - 96 - 97 - 99 - 100 - 107 - 109 - 110 - 116 - 126.

Ce classement fut établi de la façon suivante : après mesure de la hauteur du stipe et du rayon de projection de la couronne foliaire, nous établîmes un premier classement, en nous aidant d'observations plus subjectives, telles que traces de maladie (attaque de Pyrale en particulier) et aspect des folioles. Puis, en prenant connaissance de nos seules mesures de hauteur de stipe et de rayon de la couronne foliaire, deux autres chercheurs de la station de Pobé : T.M. WORMER et J.P. GASCON établirent séparément un classement analogue. Les trois classements furent confrontés et les quelques cas où nos jugements n'étaient pas en accord furent discutés, en revenant tous les trois auprès des arbres. Nous pensons, ainsi, avoir fait de notre mieux pour éliminer tout facteur subjectif.

2°/ - ANALYSES EFFECTUEES ET TECHNIQUES.

Du 15 Novembre 1955 au 30 Juin 1957 nous avons effectué la récolte et l'analyse de tous les régimes de ces 90 arbres.

a/ - Récolte.

Afin d'assurer une récolte la plus régulière possible, il a été effectué, chaque mois, un relevé complet du stade de maturation de tous les régimes présents; de plus, tous les deux jours, il a été fait un relevé des fruits détachés des régimes voisins de la maturité. Nous avons pu, ainsi, à quelques exceptions près, respecter le critère de récolte (10 à 50 fruits détachés à la coupe du régime) que nous avons choisi. La coupe des régimes a toujours été faite entre 7 et 10 heures. Les régimes ont été transportés en panier individuel, après marquage.

b/ - Pesée des régimes.

Fruits détachés inclus, le poids a été mesuré, à 250 grammes près, au laboratoire, de 15 à 30 minutes après la coupe du régime.

c/ - Prélèvement des fruits.

Dès l'arrivée du régime au laboratoire, le nombre de fruits détachés a été compté et noté, puis, quatre échantillons de 5 à 10 fruits externes (selon le poids moyen du fruit, afin d'obtenir un poids de pulpe fraîche non inférieur à 40 grammes) ont été détachés, au couteau, après épillage (*) du régime à la machette. Durant nos premières analyses, nous avons prélevé des fruits détachables par légère traction à la main, mais nous verrons, dans l'exposé de nos résultats, que cette technique conduit à une légère erreur, aussi l'avons-nous abandonnée. Les échantillons ont été pesés, immédiatement après leur confection, au décigramme près.

Certains caractères susceptibles d'intérêt : aspect anormal du fruit et du régime, couleur des fruits externes et internes ont été également notés.

d/ - Epluchage et broyage.

Nous avons suivi la technique exposée plus haut (voir chapitre II page 28).

e/ - Dessiccation et mesure de la teneur en eau.

Nous avons suivi les techniques indiquées au chapitre II page 29 .

f/ - Détermination de la teneur en matières grasses.

Afin de vérifier l'application de la relation eau-matières grasses, les échantillons de quelques régimes ont été analysés par extraction "au Soxhlet",

(*) - Epillage = détachement des épis fructifères portés par le rachis, à l'aide d'un instrument tranchant.

suivant la technique décrite chapitre II page 30 . Pour les échantillons des autres régimes, nous avons calculé la teneur en matières grasses par la relation

$$\frac{\text{Matières grasses}}{\text{Pulpe fraîche}} \% = 83 - \frac{\text{Eau}}{\text{Pulpe fraîche}} \% \text{ que nous avons retenue, après vérification (voir plus loin).}$$

g/ - Présentation des résultats.

Sur des fiches recto -verso, établies à cet effet, nous avons noté : le n° de la fiche d'analyse, le n° du palmier, l'orientation du régime, la date de récolte, le poids du régime, le nombre de régimes femelles de l'arbre, récoltés trois mois avant, le nombre de régimes femelles apparents avec leur date de récolte approximative, le nombre de fruits détachés à la récolte, l'aspect du régime et des fruits, la couleur des fruits et enfin pour chaque échantillon et en moyenne : le poids des fruits externes, des noix, de la pulpe fraîche, de la pulpe sèche et les pourcentages $\frac{\text{Pulpe}}{\text{Fruit}}$, $\frac{\text{Eau}}{\text{Pulpe fraîche}}$, $\frac{\text{Matières grasses}}{\text{Pulpe fraîche}}$ par calcul ou par mesure "au Soxhlet". Ces résultats ont été ensuite reportés sur des fiches établies pour chaque arbre afin de suivre les variations des caractères les plus importants et d'établir facilement les moyennes.

B. - ETUDE INTERORIGINES. -

1°/ - CHOIX DES ARBRES.

L'I.R.H.O. a mis en oeuvre, à la station de Pobé, un essai de sélection internationale, où l'on peut trouver, dans des conditions de culture comparable, des arbres d'âges voisins, résultant de croisements variés à l'intérieur de trois grandes origines : la locale, "POBE", celle sélectionnée en Extrême-Orient, "DELI" ou "SOCFIN" (du nom de la Société qui a développé la culture intensive de cette variété), celle sélectionnée au Congo Belge "YANGAMBI" (du nom de la station de l'I.N.E.A.C. qui a choisi cette variété). Aidé par J.P. GASCON, nous avons décidé d'analyser 102 arbres, choisis par

tiers, dans chacune de ces grandes origines et afin d'assurer un échantillonnage assez large (notre but initial étant de rechercher s'il y avait des différences de teneur en huile de la pulpe entre ces trois origines), nous avons retenu quatre à cinq croisements dans chacune de ces origines et dans chacun d'eux, des arbres d'aspect végétatif et de développement comparables, portant un nombre suffisant de régimes en développement pour permettre le nombre minimal d'analyses que nous avons fixé : cinq par arbre. On trouvera le détail de ce choix dans le tableau IX page 105.

2°/ - ANALYSES EFFECTUEES ET TECHNIQUES.

Durant les mois de Mai à Août 1956, nous avons effectué 516 analyses de régimes suivant les techniques qui ne diffèrent que par quelques détails de celles de l'étude "Parcelle 36".

a/ - Récolte.

Nous n'avons pas pu toujours respecter le critère de récolte : 10 à 50 fruits détachés. En effet, la rapidité d'extension du détachement des fruits étant beaucoup plus grande pour la variété "POBE" que pour les variétés "SOCFIN" et "YANGAMBI", nous avons récolté des régimes de la variété "POBE" ayant près de 100 fruits détachés.

D'autre part, si tous les régimes ont été récoltés et pesés par nos soins, tous n'ont pas été analysés. Nous nous sommes seulement attachés à analyser au minimum 4 à 5 régimes par arbre en répartissant les analyses, suivant le nombre des régimes portés par l'arbre durant la période considérée.

b/ - Pesée des régimes.

Même technique que pour l'étude "Parcelle 36".

Tableau IX

Croisements et arbres observés au cours de l'"Etude interorigines"

Origine et année de plantation	N° du croi- -sément	Géniteurs du croisement.	N° Par- celle	N° Li- gne	Numéros des arbres	Nombre d' arbres
GAMBI 1949	YA 65	144B 76NaB	GP3	5 9 17	3 5,9 1,4,5,8	7
	YA 68	1040A 1291A	GP3	1 10	1,2,3,5,6. 2,4.	7
	YA 70	178B Mel.Pis	GP3	7	3,4,5,7,8,10,11	7
	YA 71	430A 400C	GP3	8 18	4,8,9,10,11 5,6	7
	YA 73	I. IN. Mel.Pis	GP3	6 24	3,10 3,4,5,8,9	7
FIN 11) 50	SOC1365	JL1277 JL1277	436	15 34	5,13,14. 1,3,25,26.	7
	SOC1372	JL1277 JL1257	436	14 33	4,6,8,9. 2,14,15,19,26	9
	SOC1405	JL1271 JL1273	436	17	2,4,6,8,10,11,12,17 18.	9
	SOC1449	JL1109 JL1122	436	37	3,9,10,14,15,24,25, 26	8
SE 50	PO 1	P 7 T P 1 T	436	39	1,2,3,13,16,17,21.	7
	PO 2	P11 T P118T	436	36	6,11,15,19,21,23, 26.	7
	PO 68	P326D P11T	427	9 14	3,13,21,23,24,26 4, 9,10,14,20,21,24	13
	PO 69	P 860 P 11T	427	10	9,10,12,13,19,23,25	7

c/ - Prélèvement des fruits.

Même technique que pour l'essai "Parcelle 36", mais, seuls, deux échantillons de 5, 10 ou 20 fruits ont été analysés, les premiers résultats de l'étude "Parcelle 36" nous ayant montré que cet échantillonnage était suffisamment représentatif.

d/ - Epluchage, broyage, mesure de la teneur en eau.

Mêmes techniques que pour l'étude "Parcelle 36".

e/ - Détermination de la teneur en matières grasses.

Environ 40 échantillons de chaque origine ont été analysés par extraction au Soxhlet. Les résultats de ces analyses nous ont amené à modifier la relation eau-matières grasses suivant l'origine des fruits et nous ont permis de calculer la teneur en matières grasses des autres échantillons suivant la formule :

$$\frac{\text{Matières grasses}}{\text{Pulpe fraîche}} \% = A - \frac{\text{Eau}}{\text{Pulpe fraîche}} \% \quad \text{où } A \text{ est}$$

une constante caractéristique de chaque croisement, comprise entre 78 et 86.

f/ - Analyse morphologique du régime.

Les régimes épillés au laboratoire étaient remis, le soir même de leur récolte, au service de sélection de la station de Pobé où étaient effectués le lendemain les déterminations suivantes : poids du régime, % fruits normaux, poids moyen d'un fruit normal, % pulpe/fruit, du fruit moyen.

g/ - Analyses minérales.

Enfin, sur dix arbres de chaque origine, a été effectuée suivant les mêmes techniques que celles indiquées au chapitre II page 32 l'analyse minérale d'une part de la pulpe sèche deshuilée des fruits du régime et d'autre part des ^{folioles} palmes des feuilles de rang 9 et 17 prélevées et préparées suivant la méthode utilisée à l'I.R.H.O. (SCHEIDECKER et PREVOT [84]). Les deux séries de prélèvements ont été faites à la même époque (Juin 1956).

h/- Présentation des résultats.

Suivant les mêmes principes que pour l'étude "Parcelle 36" nous avons noté nos résultats sur des fiches individuelles par régime puis par arbre, puis enfin établi des fiches par croisement.

II. - CONDITIONS D'APPLICATION DE LA RELATION EAU-MATIERES GRASSES.

- Résultats et Discussion -

A. - INFLUENCE DU MODE DE PRELEVEMENT DES FRUITS

En procédant aux vérifications de la relation eau-matières grasses des premiers prélèvements de l'étude "Parcelle 36", il nous est apparu que le mode de prélèvement par détachement du fruit par légère traction entraînait une différence nette dans la somme $\frac{\text{Matières grasses}}{\text{Pulpe fraîche}} \% + \frac{\text{eau}}{\text{Pulpe fraîche}} \%$, que nous avons trouvée d'une valeur voisine de 84 au cours de notre étude sur l'évolution du fruit.

En effet, durant la période de Décembre 1955 à Avril 1956 inclus :

a/ - les analyses de 27 échantillons, dont les fruits avaient été détachés, au moins partiellement, par traction à la main, conduisirent à une somme moyenne égale à 81,59 avec un écart type, $\sigma = 0,763$ et une erreur de la moyenne $\sigma_m = 0,147$.

b/ - les analyses de 24 échantillons, dont les fruits avaient été détachés au couteau après épillage, conduisirent à une somme moyenne égale à 84,40 avec un écart-type, $\sigma = 0,920$ et une erreur de la moyenne, $\sigma_m = 0,190$.

On peut expliquer ces résultats par une dessiccation artificielle des fruits aisément détachables, et penser que cette dessiccation est due à un arrêt de l'arrivée de l'eau dans le fruit, arrêt peut-être conditionné par l'obturation ou la rupture des vaisseaux fibrovasculaires. Cependant, c'est sans résultat que nous avons cherché à vérifier cette

hypothèse par des examens histologiques qui, très difficiles à réaliser, ne nous ont pas permis d'établir une observation valable.

Quoi qu'il en soit, ces résultats nous ont conduits à ne retenir comme seul mode de prélèvement correct, que le détachement au couteau après épillage à la machette.

B. - INFLUENCE SAISONNIERE. -

Par la suite, nous avons constaté une influence saisonnière nette (voir tableau X)^(*). Pour chaque origine étudiée, nous avons mis en évidence une chute de la somme % eau + % matières grasses, durant la période mi-Juin à fin Août qui correspond à POBE à la petite saison sèche, caractérisée par une pluviométrie faible et une luminosité diminuée. Nous avons supposé, alors, que ce phénomène était dû à une incapacité du fruit à transformer en lipides l'amidon (qu'il synthétise, comme nous l'avons vu, en même temps que les matières grasses), incapacité probablement due à une diminution de la lumière. Nous nous proposons de vérifier cette hypothèse en 1957 mais les événements ne nous l'ont pas permis. Aussi nous contenterons-nous de retenir les conséquences pratiques de ce résultat : pour garder à la méthode indirecte de détermination des matières grasses de la pulpe une précision suffisante, il faudra lors d'une étude comparative, soit effectuer les analyses durant une même période, soit tenir compte des modifications saisonnières de la relation eau-matières grasses.

C. - INFLUENCE DE L'ORIGINE DU PALMIER. -

Dans le paragraphe précédent, nous avons mentionné des résultats (voir tableau X)^(*), montrant des différences nettes entre palmiers d'origine différente. Nous en rapportons d'autres (voir tableau XI)^(*) sans tenir compte des époques différentes de prélèvements.

(*) Tableau X page 110, Tableau XI page 111

L'analyse statistique (*) de ces résultats est résumée dans le tableau XII, pour toutes les différences significatives. Toutes les autres différences ne sont pas significatives. Le fait le plus important est la différence générale entre "POBE" et les autres origines. Nous avons pensé que cette différence pouvait être due au développement plus tardif de l'origine "POBE" encore dans un stade physiologiquement plus juvénile lors de nos prélèvements sur des arbres jeunes (8 ans). L'essai que nous avons effectué, par la suite, a montré que cette hypothèse était sans fondement.

En effet, 34 analyses, portant sur 17 régimes récoltés sur d'autres arbres jeunes (8 ans) d'origine "POBE", nous ont conduits aux résultats :

- Nombre d'analyses : 34

$$\text{- Moyenne de la somme } \% \frac{\text{eau}}{\text{pulpe fraîche}} + \% \frac{\text{matières grasses}}{\text{pulpe fraîche}} = 80,36$$

$$\sigma = \pm 1,105 \quad , \quad \sigma_m = \pm 0,268$$

et 36 analyses, portant sur 18 régimes récoltés à la même époque sur d'autres arbres d'origine "POBE" mais d'âge adulte (20 ans de plantation) nous ont conduits aux résultats :

(suite du texte p. 113)

(*) Pour nos calculs, l'écart type de l'erreur (σ_ξ) de la différence entre deux moyennes A et B, calculées respectivement à partir de n et n' mesures, est la racine carrée de la variance estimée de la population (σ^2_ξ) calculée par la formule :

$$\sigma^2_\xi = \frac{(\sigma^2_A \times n) + (\sigma^2_B \times n')}{(n-1) + (n'-1)}$$

l'erreur standard de la différence (Δd) est obtenue par :

$$\Delta d = \sigma_\xi \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{1}{n'}} \quad \text{et le degré de signification}$$

par calcul du facteur $t = \frac{A - B}{\sigma_\xi \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{1}{n'}}$ et report aux

tables de "t" de STUDENT.

Tableau X

INFLUENCE SAISONNIERE SUR LA RELATION
EAU-MATIERES GRASSES.

Désignation des échantillons.	Date des vérifications	Nbre des vé- ri- fica- tions	Somme % Moyenne	eau	M.G.
				Pulpe fraîche %	pulpe fraîche
				<i>6</i>	<i>Em</i>
Etude Parcelle 36 " D E L I "	Décembre 1955 à Avril 1956	24	84,40	0,920	0,190
	15 Juin 1956 à Août 1956	30	81,65	1,420	0,260
Etude interori- gines " P O B E "	2 Mai 1956 à 11 Juin 1956	28	81,00	1,430	0,290
	15 Juin 1956 à 27 Août 1956	18	79,35	2,280	0,540
Etude interori- gines "SOCFIN (DELI)"	4 Mai 1956 à 11 Juin 1956	12	83,20	1,440	0,435
	15 Juin 1956 à 27 Août 1956	25	82,50	1,680	0,335
Etude interori- gines "YANGAMBI"	2 Mai 1956 à 7 Juin 1956	14	84,50	0,875	0,235
	15 Juin 1956 à 23 Août 1956	22	82,60	2,360	0,500

Tableau XI

INFLUENCE DE L'ORIGINE DES FRUITS SUR LA RELATION EAU-MATIERES GRASSES.

Désignation des échantillons analysés.	Nombre de vérifications.	Somme: % Eau/Pulpe fraîche + %M.G./Pulpe fraîche		
		Moyenne	$\bar{\sigma}$	$\bar{\sigma}_m$
DELI étude de "la parcelle 36"	54	82,90	1,200	0,135
SOCFIN (Deli) étude interorigines				
Total :	37	82,75	1,545	0,255
Croisement SOC 1365	11	84,00	1,145	0,345
Croisement SOC 1372	11	81,90	1,375	0,415
Croisement SOC 1405	6	82,60	2,060	0,830
Croisement SOC 1449	9	82,40	1,075	0,360
YANGAMBI étude interorigines				
Total :	36	83,25	2,170	0,360
Croisement YA 65	5	81,45	2,220	0,990
Croisement YA 68	15	83,15	2,160	0,560
Croisement YA 70	11	84,05	1,310	0,395
Croisement YA 73	4	84,50	0,805	0,465
POBE étude interorigines				
Total :	46	80,35	1,960	0,290
Croisement PO 1	10	79,10	1,590	0,505
Croisement PO 2	10	81,35	2,660	0,840
Croisement PO 68	17	80,10	1,210	0,395
Croisement PO 69	9	81,00	2,040	0,680

Tableau XII

ANALYSE STATISTIQUE DES DIFFERENCES DANS LA RELATION EAU-MATIERES GRASSES
ENTRE FRUITS DE DIVERSES ORIGINES

Comparaison	Différence	Erreur standard de la différence	Degré de signification.
DELI-POBE	2,56	0,313	999 ‰
SOCFIN-POBE	2,40	0,385	999 ‰
YANGAMBI-POBE	2,90	0,465	999 ‰
SOC 1365-SOC 1372	2,10	0,565	99 %
SOC 1365-SOC 1405	1,40	0,820	95 %
SOC 1365-SOC 1449	1,60	0,525	99 %
YA 70 - YA 65	2,60	0,950	99 %
YA 68 - YA 65	1,70	1,125	non significatif
PO 1 - PO 2	2,25	0,935	95%

- Nombre d'analyses : 36

- Moyenne de la somme $\% \frac{\text{eau}}{\text{Pulpe fraîche}} + \% \frac{\text{Matières grasses}}{\text{Pulpe fraîche}} = 79,34$

$$\sigma = \pm 1,580 \quad \delta_m = \pm 0,370$$

La différence (1,02) entre les deux moyennes est singificative à 95%. Elle est du même ordre que celle que nous avons relevée entre "PO 1" et "PO 2" mais, contrairement à notre hypothèse initiale, elle est en faveur des palmiers les plus jeunes.

L'influence d'un "plus jeune âge physiologique" est donc exclue et il faut admettre que l'origine de la plus faible valeur de la somme $\% \text{ matières grasses} + \% \text{ eau}$ de l'origine POBE est d'ordre génétique. Ce caractère est probablement lié à celui qui entraîne un fort pourcentage coque/fruit, mais soulignons qu'il est indépendant de la disjonction variétale Dura et Tenera, qui porte sur ce caractère. VANDERWEYEN l'a en effet montré en étudiant la relation eau-matières grasses dans l'origine "YANGAMBI". Ce que nous supposons c'est que le même mécanisme entraîne à la fois un fort pourcentage de "fibres" dans la pulpe et un fort pourcentage de coque, même à l'intérieur des variétés différentes Tenera et Dura (en effet les variétés Dura peuvent être estimées en moyenne à 40% de pulpe fruit pour l'origine "POBE" contre 50 à 65% pour les origines "DELI" et "YANGAMBI" et les variétés Tenera peuvent être estimées à 60-70% de pulpe fruit pour l'origine "POBE" contre 75 à 85% pour les origines "DELI" et "YANGAMBI").

Ces différences, dues à l'origine, nous ont amenés à retenir :

a/ - Pour les études générales, les relations :

- $\% \frac{\text{Matières grasses}}{\text{Pulpe fraîche}} = 80 - \% \frac{\text{Eau}}{\text{Pulpe fraîche}}$ pour l'origine "POBE"

- $\% \frac{\text{Matières grasses}}{\text{Pulpe fraîche}} = 83 - \% \frac{\text{Eau}}{\text{Pulpe fraîche}}$ pour les origines "DELI" ou "SOCFIN" et "YANGAMBI".

b/ - Pour les comparaisons entre croisements, la relation particulière à chaque croisement.

D. - CONCLUSION . -

L'application de la relation eau-matières grasses n'est pas aussi simple que pourraient le faire croire les publications de DYKE et JAMES [29], de VANDERWEYEN [101], [103] ou de nous-mêmes [25]. A côté de précautions qu'il est nécessaire de prendre pour éviter toute perte en eau, entre la récolte du régime et le prélèvement de l'échantillon, précautions parmi lesquelles nous avons rapporté ici celle de ne prélever que des fruits détachés après épillage à la machette, il est nécessaire de prendre garde à deux influences gênantes :

- l'influence saisonnière que l'on peut éliminer en effectuant des comparaisons portant sur l'analyse d'échantillons récoltés à une même saison.
- l'influence de l'origine du palmier. On peut, pour une étude préliminaire d'élimination, n'en tenir que relativement compte et se contenter d'appliquer pour l'origine "POBE", une relation différente de celles des autres origines ("YANGAMBI" et DELI"). Mais pour une étude précise (évolution du taux de matières grasses à $\pm 2\%$ en valeur absolue) il est nécessaire d'évaluer la relation eau-matières grasses de chaque croisement.

III. - RESULTATS ET DISCUSSION DES ETUDES "PARCELLE 36" et "INTERORIGINES"

Il nous est impossible de rapporter ici les résultats détaillés de ces deux études, résultats matérialisés par 1600 fiches individuelles d'analyse, utilisées recto-verso. Nous n'avons conservé que l'indispensable rassemble d'une part, pour les résultats moyens par arbre dans les tableaux annexes G1, G2, G3 et H1, H2, H3 et d'autre part, pour les résultats généraux dans les tableaux XV, XVI, XVIII, XIX et XX. (*)

A. - VALEUR ABSOLUE MOYENNE DE LA TENEUR EN HUILE DE LA PULPE FRAÎCHE.

La valeur moyenne de la teneur en huile de la pulpe fraîche est égale pour l'étude "parcelle 36"

(*) - Tableau XV pages 126 et 126 bis, tableau XVI page 127, Tableau XVII page 130, tableau XVIII page 133, tableau XIX page 134, tableau XX page 137.

à 40,08% et pour l'étude "interorigine" à 44,03%. On remarque que dans l'étude "parcelle 36" deux arbres seulement atteignent une moyenne supérieure ou égale à 50% et que 15 arbres seulement (10 dans l'origine "YANGAMBI", 5 dans l'origine "SOCFIN", aucun dans l'origine "POBE") atteignent cette même valeur dans l'étude "interorigines". Moins du tiers des arbres (26 seulement) de l'étude "parcelle 36" atteignent une valeur supérieur ou égale à 45% et moins de la moitié des arbres (47 seulement) de l'étude "interorigines" atteignent cette même valeur.

Ces valeurs sont donc nettement inférieures à la valeur de 50% que l'on a cru pouvoir adopter comme valeur approximative générale.

Elles sont du même ordre que les valeurs rapportées par MELLO GERALDES [67] , BLOMMENDAAL [14] , LAVERGNE [59] , et DYKE et JAMES [29] , du moins si l'on consulte les résultats détaillés de ces auteurs car tous ont eu tendance à surévaluer, dans leurs conclusions, la valeur moyenne de la teneur en huile.

Elles sont en accord avec les valeurs (nettement plus élevées : 45 à 50%) trouvées par VANDERWEYEN [101] en étudiant l'origine "YANGAMBI". Nous avons, en effet, obtenu des résultats supérieurs pour cette même origine à POBE (moyenne générale 47,17%, 10 arbres sur 36 atteignent une valeur au moins égale à 50% et 27 arbres atteignent une valeur au moins égale à 45%).

Seuls les résultats de PRONK [80] , obtenus sur des régimes "DELI" paraissent nettement supérieurs (valeurs supérieures à 50% de matières grasses en général).

Toutefois l'auteur admet qu'une perte d'eau, évaluée à 10% du poids du régime frais, s'est produite avant l'analyse et qu'il y a eu une perte ultérieure (non chiffrée) d'eau de la pulpe avant son analyse. Dans ces conditions, les résultats ne peuvent être généralisés à une détermination de la teneur en huile du régime ou de la pulpe fraîche.

Il paraît donc nécessaire de revenir sur la valeur approximative moyenne de la teneur en huile de la pulpe fraîche. Nous pensons qu'on peut la fixer à 42% environ, si aucune dessiccation artificielle n'est intervenue. Si l'on veut appliquer une valeur approximative à une pulpe pesée directement après épillage rapide du régime et épluchage rapide du fruit il faudra fixer cette valeur à 45% environ, en tenant compte de la perte en eau, survenue au cours des opérations d'analyses.

Cependant, une telle approximation conduira toujours à une erreur importante, car les variations que l'on peut rencontrer dans l'analyse, d'un régime à un autre, sont très grandes.

B. VARIABILITE DE LA TENEUR EN EAU OU EN HUILE DE LA PULPE FRAICHE.

1°/ - VARIATIONS DES TENEURS EN EAU OU EN HUILE DE LA PULPE FRAICHE DES FRUITS EXTERNES D'UN MEME REGIME.

Le calcul de l'écart type (σ) (*) de la teneur en eau de 4 échantillons de 5, 10 ou 20 fruits sur 511 régimes différents, nous a conduit aux résultats suivants :

a/ - L'écart-type (σ) est voisin de ± 1 . Sa valeur moyenne est exactement de $\pm 1,08$. Cette valeur est comparable à celle obtenue par VANDERWEYEN qui a mesuré un coefficient de variation (C.V.) (*) moyen de 3,5% pour une teneur en eau moyenne égale à 35% ce qui conduit à :

$$\sigma = \frac{3,5 \times 35}{100} \neq 1.$$

(*) Ecart-type = racine carrée de la moyenne des carrés des écarts à la moyenne :

$$\sigma = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}$$

Coefficient de variation = rapport en pourcentage de l'écart-type à la moyenne :

$$C.V. = \frac{100}{\bar{x}}$$

b/ - Parmi les 511 régimes analysés certains avaient des fruits de teneur en eau rapportée à la pulpe fraîche, très éloignée de la teneur moyenne (42,92 %), puisque le taux d'humidité pouvait atteindre les valeurs extrêmes 25% et 70%.

Néanmoins l'écart-type restait invariable, donc tout-à-fait indépendant de la teneur en eau moyenne des fruits.

C'est la raison pour laquelle nous n'avons pas utilisé le coefficient de variation comme l'avait fait VANDERWEYEN dans l'analyse de ses résultats. Ce critère en effet aurait été trop dépendant de la teneur en eau moyenne.

c/ - Par contre cet écart-type varie avec le degré d'entraînement de l'équipe d'analyse (voir tableau XIII).

des analyses régime	1 à 50	51 à 100	101 à 150	151 à 200	201 à 250	252 à 300	301 à 350	351 à 400 (*)	401 à 450	451 à 522
rt-type moyen ces analyses ria teneur en eau.	1,63	1,50	1,08	1,11	1,10	0,92	0,81	(1,19)	0,77	0,80
bre des lyses enues	50	49	50	48	44	50	50	47	50	73
e des lyses	Nov. à Déc. 55	Déc. 55 à Janv 56	Jan. à Fév. 56	Fév. à Mars 56	Mars à Avril 56	Avril à Mai 56	Mai à Juil 56	Juil à Août 56	Août à Oct. 56	Oct. 56 à Fev. 57
- Changement partiel dans l'équipe d'analyse.										

Tableau XIII

Influence du degré d'entraînement de l'équipe d'analyse, sur l'écart-type de la teneur en eau mesurée de la pulpe fraîche.

On voit en effet dans ce tableau que l'écart-type baisse progressivement tout-à-fait indépendamment de

l'époque de l'année. Bien plus le changement d'équipe même partiel se fait immédiatement sentir.

On peut donc conclure que la seule variation de teneur en eau des fruits externes d'un même régime est faible et qu'elle est due en grande partie aux erreurs d'analyses.

Pour juger de la teneur en eau des fruits d'un seul régime, il suffira donc d'analyser deux échantillons ce qui conduira à un écart de :

$$\frac{\pm 1,00}{\sqrt{2}} \times 2 = \pm 1,415 \text{ dans } 95\% \text{ des cas.}$$

L'écart sera identique si l'on considère la teneur en huile et conduira en moyenne à une erreur relative de : $\frac{1,4}{40}$ à $\frac{1,4}{50}$ soit inférieure à 4%.

2°/ - VARIATIONS DES TENEURS EN EAU OU EN HUILE DE LA PULPE FRAICHE DE DIFFERENTS REGIMES D'UN MEME ARBRE.

L'écart type de cette valeur est très variable d'un arbre à l'autre et sa moyenne générale élevée.

a/ - Pour les 90 arbres de l'étude "Parcelle 36", dont tous les régimes ont été analysés pendant un an, l'écart type moyen s'est élevé à $\pm 4,80$ et a atteint des valeurs extrêmes $\pm 1,00$ à $\pm 13,00$. En voici deux exemples :

- Arbre 83 - 36 Dura Deli

Aspect normal (hauteur 4,25 m, rayon couronne foliaire 4,50 m) 7 régimes d'un poids total de 125,5 kg, accusant pour la pulpe de leurs fruits des teneurs en eau :

37,40 - 37,50 - 39,30 - 41,00 - 39,10 - 39,20 - 39,20

Moyenne = 39,00; $\sigma = \pm 1,22$

- Arbre 9-36 Dura Deli

Aspect normal (hauteur 4 m, rayon couronne foliaire 5 m) 8 régimes d'un poids total de 127,5 kg, accusant pour la pulpe de leurs fruits des teneurs en eau :

48,20 - 42,50 - 48,30 - 44,70 - 54,80 - 54,60 - 61,50 - 41,10

Moyenne = 49,30 ; $\sigma = \pm 6,50$

b/ - Pour les 102 arbres de l'étude "Interorigines", l'écart type moyen de la teneur en eau de la pulpe fraîche par arbre (pour l'analyse de 5 régimes en moyenne) s'est élevé à $\pm 3,02$ et a atteint des valeurs extrêmes $\pm 0,60$ à $\pm 7,30$. En voici deux exemples :

- Arbre 8 - 11, parcelle GP 3, Yangambi Dura, "Lignée" YA 71, 12 régimes du 24.5.1956 au 31.8.56, dont 7 analysés, d'un poids total de 94 kg, accusant pour la pulpe de leurs fruits des teneurs en eau :

19,70 - 37,70 - 38,10 - 37,70 - 45,80 - 44,50 - 30,60

Moyenne = 37,70 $\sigma = \pm 6,14$

- Arbre 17 - 5 parcelle GP 3, Yangambi Tenera, "Lignée" YA 65, 9 régimes du 2.5.1956 au 27.8.1956, d'un poids total de 45 kg, dont 6 analysés, accusant pour la pulpe de leurs fruits des teneurs en eau :

39,00 - 31,20 - 32,00 - 34,30 - 36,50 - 35,20 -

Moyenne = 33,50

$\sigma = \pm 2,11$

c/ - L'écart type paraît être lié à la teneur en eau moyenne de la pulpe des régimes d'un même arbre. Plus cette teneur est élevée, plus l'écart type est grand (voir figure 38) (*) comme nous pouvons le voir dans le graphique que nous avons obtenu en classant les arbres analysés (102 arbres de 8 ans de croisements divers) par groupes de teneur en eau.

La variation de teneur en eau des régimes d'un même arbre est donc relativement importante, tant dans les cas extrêmes, où elle peut conduire à des coefficients de variation de 40%, qu'en moyenne, où elle conduit à un coefficient de variation de l'ordre de 10%.

Lors d'étude comparative, on peut penser que les arbres porteurs de régimes à teneurs en eau ou en huile les plus variables seront rapidement éliminés du fait de la corrélation entre le caractère teneur en eau élevée et le caractère variation de la teneur en eau élevée. Dans ces conditions, l'écart type de la teneur en eau de la pulpe fraîche moyenne des régimes d'un même arbre

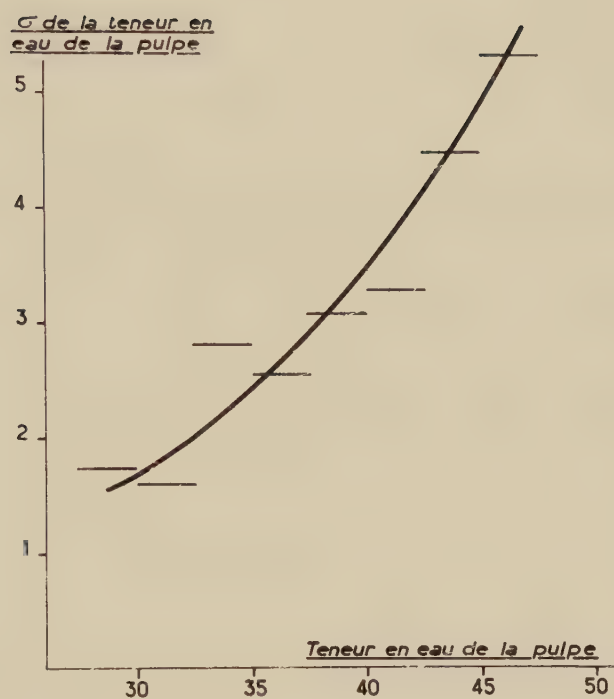


FIG. 38. — Variation de l'écart-type de la teneur en eau de la pulpe des fruits des régimes d'un même arbre en fonction de la teneur en eau moyenne de la pulpe des régimes de cet arbre.

ne sera que de $\pm 3,0$ environ.

Si l'on effectue l'analyse de 10 régimes, on pourra s'attendre à un écart de

$$\frac{\pm 3,0}{\sqrt{10}} \times 2 = \pm 1,90 \text{ dans } 95\% \text{ des cas.}$$
 Un tel écart, identique dans le cas du caractère teneur en huile, conduira, en moyenne, à une erreur relative de $\frac{1,90}{40}$ à $\frac{1,90}{50}$, donc inférieure à 5%.

3°/ - VARIATION DES TENEURS EN EAU OU EN HUILE DE LA PULPE FRAICHE ENTRE ARBRES D'UN MEME CROISEMENT.

C'est la variation de ce caractère, qui pourra définir l'homogénéité du caractère teneur en eau, et par là, puisqu'il lui est directement lié, du caractère teneur en huile d'un croisement déterminé, homogénéité de laquelle dépendra le nombre d'arbres à choisir au cours d'une étude comparative.

(*) (*)
Les résultats des tableaux XV et XVIII permettent de juger que l'écart-type des teneurs en eau est à la fois variable et souvent important.

Il est donc difficile de fixer, a priori, la valeur de la variation du caractère teneur en eau (et par conséquent teneur en huile) d'un croisement. Au cours d'une étude comparative, il faudra donc tenir compte de cette valeur pour établir le nombre d'arbres à analyser (voir tableau XIV)^(*). On peut penser qu'une approximation de 5% est insuffisante pour juger de la valeur de deux croisements, aussi avons-nous calculé le nombre d'arbres nécessaires pour une approximation de 2% dans le tableau XIV.^(*)

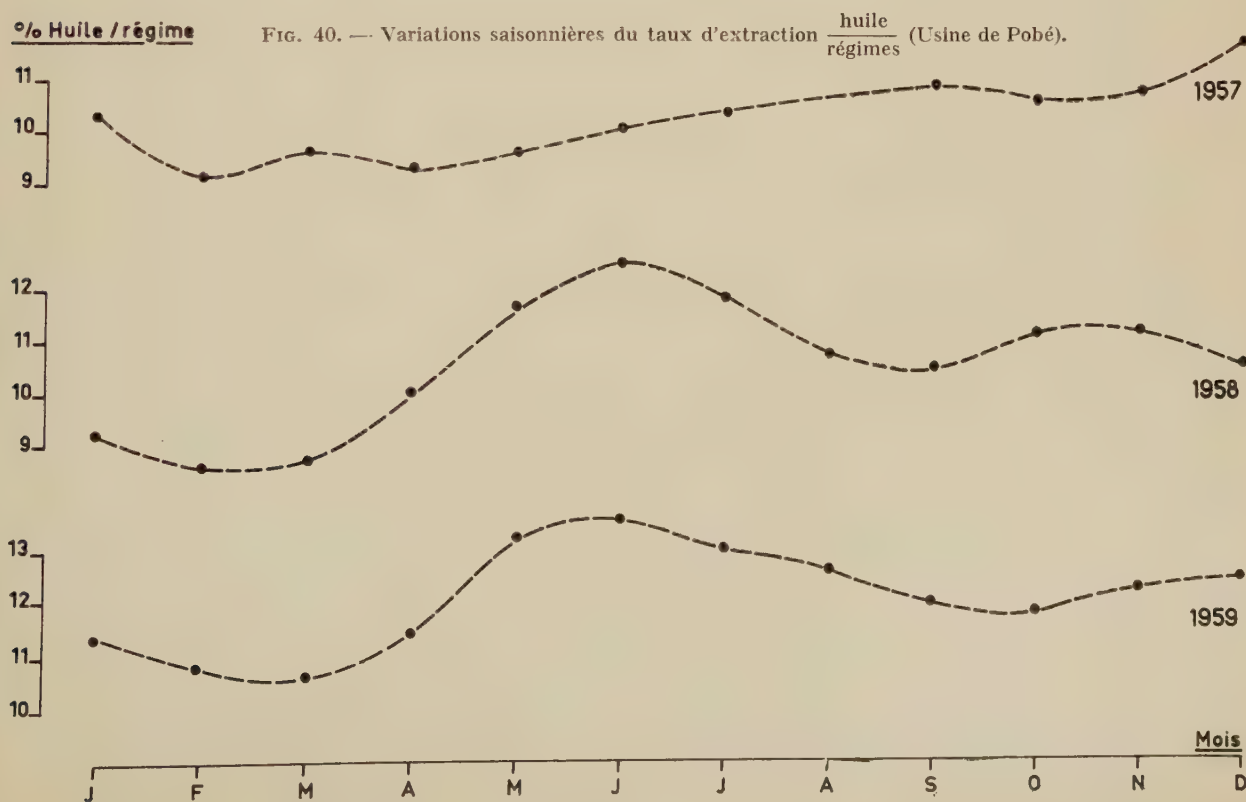
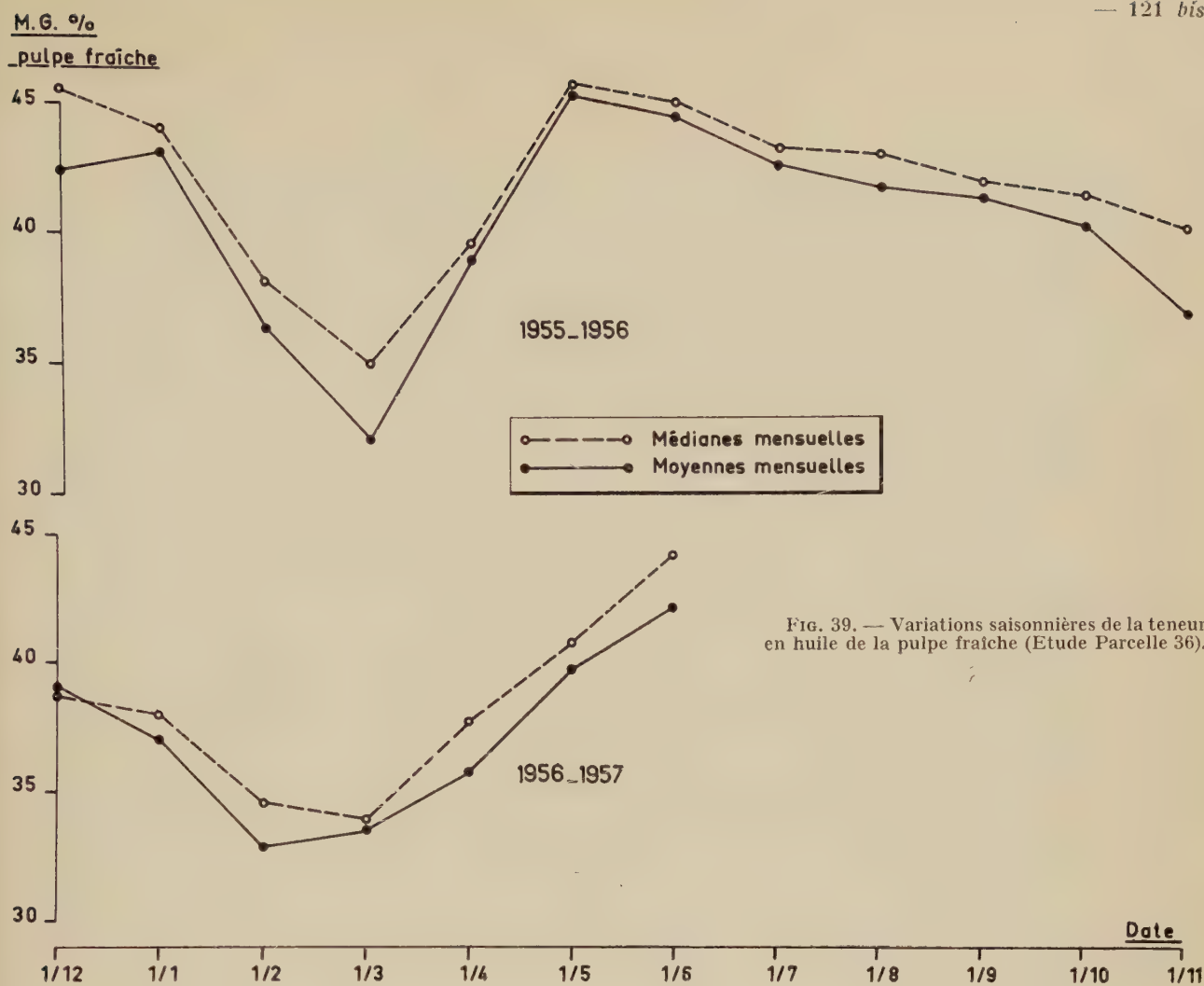
art-type de la te- r en eau(ou en le) de la pulpe fiche du croisement	Nombre d'arbres à analyser avec un coefficient de sécurité de 95% pour une estimation de la teneur en eau (ou en huile) :	
	à 5% en valeur relative	à 2% en valeur relative
+ 2,0	4	25
+ 3,0	9	56
+ 4,0	16	100
+ 5,0	25	156
+ 6,0	36	225

Tableau XIV

C. - VARIATIONS SAISONNIERES DE LA TENEUR EN HUILE DE LA PULPE FRAICHE.

(*)
La figure 39 rend compte de nos résultats. Il semble bien qu'à POBE la fin de la grande saison sèche (février-mars) soit l'occasion d'une chute marquée de la teneur en huile moyenne de la pulpe fraîche. Cette impression générale se retrouve dans les courbes d'extraction mensuelle, établies pour la petite usine, située sur la station de POBE : le pourcentage d'extraction $\frac{\text{huile}}{\text{régimes}}$ passe par un minimum à cette même époque (voir figure 40) (*)

On peut expliquer cette baisse de teneur, par l'insuffisance de nutrition hydrique, que subit le palmier à cette époque, où le sol n'a pas reçu d'eau, depuis deux à trois mois, la grande saison sèche commençant à POBE dès mi-Décembre. On conçoit que, dans ces conditions, le métabolisme général de l'arbre soit affecté (la sortie des feuilles est en effet deux fois plus faible à cette époque) et qu'il soit plus difficile au fruit de synthétiser les matières grasses de la pulpe.



Toutefois, signalons que cette situation défavorable n'est pas, à elle seule, déterminante et que l'on relève, à cette même époque, des régimes, dont la teneur en huile de la pulpe est normalement élevée, alors que durant la grande saison des pluies, période qui paraît la plus favorable à l'élaboration maximale des matières grasses de la pulpe, il arrive que l'on relève des régimes de teneur en huile de la pulpe inférieure à 30%.

D. - INFLUENCE DE LA VIGUEUR VEGETATIVE DE L'ARBRE.

LAVERGNE et BLONDELEAU [58d], [58 f] ont mis en évidence, dans quelques cas particuliers, l'influence sur la teneur en huile de la pulpe de deux facteurs qui ne sont que des composants de la vigueur végétative : le jeune âge et les maladies.

Nos résultats (voir tableaux XVI et XVII)^(**) montrent, comme il fallait s'y attendre, que la production totale de l'arbre est nettement influencée par la vigueur végétative : les palmiers "vigoureux" et "normaux" ont une production "très significativement" supérieure à celle des palmiers "chétifs".

Ces mêmes résultats nous ont permis de mettre en évidence une influence semblable de la vigueur végétative sur la teneur en eau de la pulpe fraîche et de ce fait sur la teneur en huile de la pulpe fraîche : les fruits des palmiers "vigoureux" et "normaux" détiennent une teneur en huile de la pulpe fraîche "très significativement" supérieure à celle des fruits des palmiers "chétifs".

Cette observation est importante car on aurait pu s'attendre à trouver un antagonisme : production (*) $\longleftrightarrow$ teneur en huile, du fait d'un phénomène de régulation. Ce phénomène existe sans doute mais sous une forme plus complexe que nous allons essayer de mettre en évidence.

E. - INFLUENCE DE LA PRODUCTION ET DE SON RYTHME.

Si l'on essaye d'établir une relation entre l'huile totale annuelle d'un arbre et l'un des facteurs : teneur en huile de la

(*) - Il est habituel d'utiliser "production" comme terme signifiant "production en poids de régimes".

(**)- Tableau XVI page 127 - Tableau XVII page 130.

pulpe des fruits ou production totale de l'arbre, on n'aboutit à aucune relation nette entre teneur en huile de la pulpe et huile totale, mais, au contraire, on aboutit à une relation nette et positive entre huile totale et production. Ceci est dû, en grande partie, au fait que la production d'un arbre étant son caractère le plus variable, les amplitudes de variations de ce caractère l'emportent sur celles beaucoup plus faibles de la teneur en huile, mais ce peut être aussi l'effet de l'influence parallèle et favorable de la vigueur végétative sur les facteurs teneur en huile de la pulpe et production de l'arbre. Toutefois, même s'il est vrai que la vigueur végétative d'un arbre conditionne à la fois sa production et la teneur en huile de la pulpe de ses fruits, on peut concevoir qu'une production d'intensité exagérée puisse conduire à une teneur en huile des fruits plus faible, la capacité de synthèse d'un arbre étant limitée.

Nous avons essayé de mettre en évidence cet effet sur un plan général; nous n'y sommes pas parvenus, n'ayant pu rassembler un nombre suffisant d'arbres présentant d'une part et à la fois les mêmes caractères de vigueur végétative, de production totale, de production à une même saison et d'autre part un rythme de production très différent. Toutefois, nous avons relevé plusieurs arbres où cet effet peut être mis en évidence. En voici quelques exemples pages 124 et 125.

Pour chacun de ces exemples tous les régimes ont été analysés. On peut voir que le rythme de production intense s'accompagne d'une chute marquée du taux de matières grasses.

a/ - Arbre 125-36 "Vigoureux". Très bel aspect végétatif.

Date de récolte	18.11.55	20.1.56	14.2.56	14.2.56	27.2.56	30.3.56	4.4.56	13.4.57
Poids du régime en Kg	30,5	21,0	31,0	26,0	26,0	27,0	19,5	26,5
Rythme de production	Normal	← Intense →				← Normal →		
Teneur en M.G. de la pulpe fraîche	44,5	40,7	34,5	39,0	34,8	48,5	45,7	51,6

b/ - Arbre 75-36 "Normal".

Date de récolte	10.1.56	10.1.56	31.1.56	11.2.56	22.2.56	5.4.56	4.5.56	16.4.57
Poids du régime en Kg.	26,0	25,0	26,0	18,0	20,0	14,0	15,5	25,5
Rythme de Production	← Intense →				← Normal →			
Teneur en M.G. de la pulpe fraîche	45,4	44,1	43,8	43,8	40,4	48,2	50,5	51,2

c/ - Arbre 61-36 "Normal".

Date de récolte	13.12.55	28.12.55	29.2.56	6.6.56	20.6.56	30.7.56	4.3.57	8.3.57	15.3.57
Poids du régime en Kg	25,0	25,0	24,0	19,0	21,5	19,5	21,5	19,0	24,5
Rythme de Production	← Normal →						← Intense →		
Teneur en M.G. de la pulpe fraîche	46,1	49,2	40,2	51,6	49,4	49,1	28,1	27,3	23,0

d/ - Arbre 24-36 "Normal"

Date de récolte	7.5.56	24.5.56	5.12.56	10.12.56	18.12.56	9.1.57	7.2.57	18.2.57	4.3.57	4.3.57	22.3.57	13.4.57
Poids du régime en Kg.	19,0	17,0	17,0	20,0	16,0	18,0	13,0	14,5	12,0	14,0	13,0	12,5
Rythme de Production	Normal			← Intense →			Norm	← Intense →			Normal	
Teneur en M.G. de la pulpe fraîche	51,4	47,5	31,5	37,9	31,8	47,3	16,9	23,0	28,3	22,5	30,8	43,1

e/ - Arbre 60-36 "Chétif" - Aspect végétatif normal mais l'arbre est attaqué par la Pyrale

Date de récolte	13.12.55	3.1.56	21.2.56	25.4.56	15.5.56	14.2.57	9.3.57	14.3.57	28.3.57	4.4.57
Poids du régime en kg.	26,0	28,0	21,0	16,5	15,5	17,0	12,0	15,5	12,5	13,0
Rythme de production	← Normal →					← Intense →				Normal
Teneur en M.G. de la pulpe fraîche	44,8	45,4	44,3	49,1	51,9	32,0	30,7	22,9	43,8	43,0

Tableau XV

RÉSULTATS GÉNÉRAUX DE L'ÉTUDE "PARCELLE 36"

Période d'étude	Caractère étudié	Totalité des arbres	Catégorie "Vigoureux"	Catégorie "Normaux"	Catégorie "Chétifs"
1952 à 1954	Production par arbre - Moyenne annuelle Kg.	47,9	64,5	51,0	35,6
1952 à 1954	Nombre de régimes par arbre - Moyenne annuelle	2,99	2,94	3,12	2,86
du 15/11/55 au 15/11/56	Production par arbre - Moyenne annuelle Kg	101,8	131,3	119,7	65,1
du 15/11/55 au 15/11/56	Production par arbre - Écart-type (5).	-	37,1	43,3	37,2
du 15/11/55 au 15/11/56	Nombre de régimes par arbre - Moyenne annuelle	4,94	4,82	5,70	4,39
du 15/11/55 au 15/11/56	Nombre de régimes par arbre - Écart-type (5).	-	1,78	2,30	2,38
du 15/11/55 au 15/11/56	% Pulpe/Fruit par arbre - Moyenne annuelle	62,80	60,55	63,50	63,10
du 15/11/55 au 15/11/56	% Pulpe/Fruit-Écart-type (5)	-	9,30	6,77	4,40

Tableau XV (suite)

Fériode d'étude	Caractère étudié	Totalité des arbres	Catégorie "Vigoureux"	Catégorie "Normaux"	Catégorie "Chétifs"
du 15/11/55 au 15/11/56	% Eau/Pulpe fraîche mesuré- Moyenne annuelle.	42,92	38,72	41,26	47,10
du 15/11/55 au 15/11/56	% Eau/Pulpe fraîche mesuré- Ecart-type (5)	-	1,85	2,39	3,61
du 15/11/55 au 15/11/56	% <u>Matières grasses</u> calculé- Pulpe fraîche Moyenne annuelle.	40,08	44,28	41,74	35,90
du 15/11/55 au 15/11/56	Huile totale pulpe par arbre- Moyenne annuelle Kg	17,02	23,69	20,22	9,67
du 15/11/55 au 15/11/56	Huile totale pulpe par arbre- Ecart-type (5).	-	8,85	8,13	6,39
du 15/11/55 au 15/11/56	% Huile/Régimes-Moyenne an- nuelle.	16,9	18,4	17,0	15,0

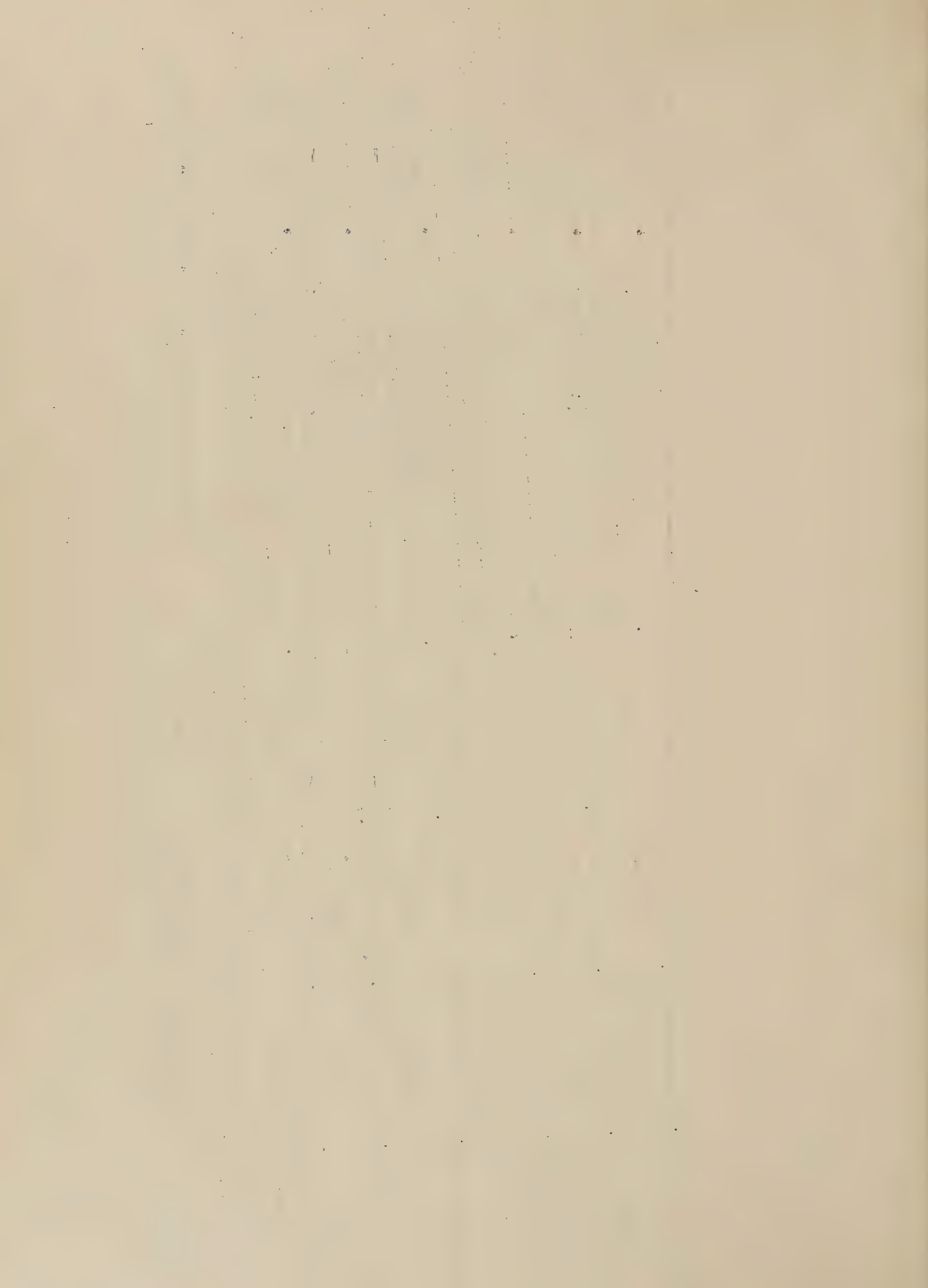
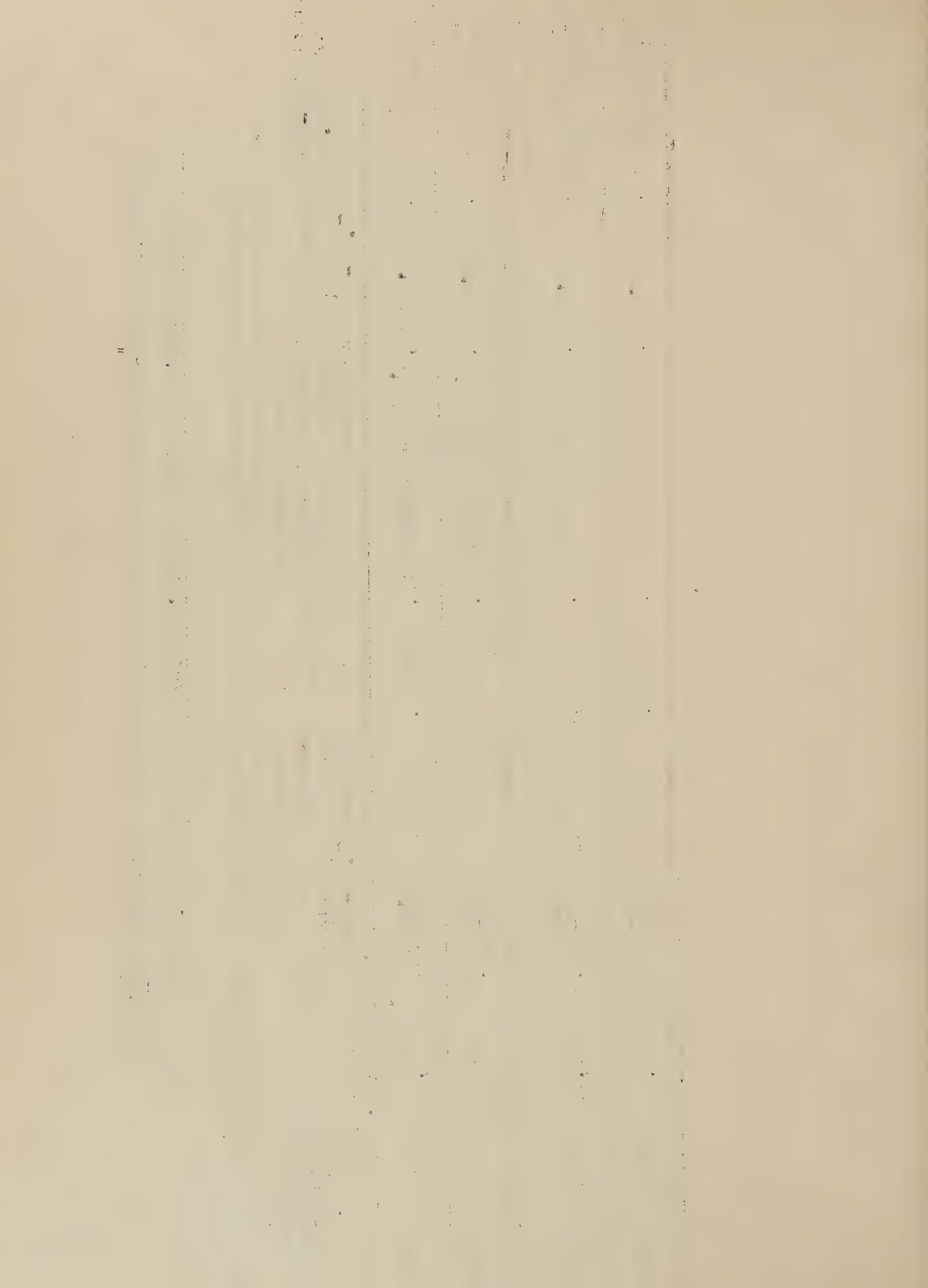


Tableau XVI

ETUDE STATISTIQUE COMPARATIVE ENTRE LES CATEGORIES "VIGOUREUX", "NORMAUX"
ET "CHETIFS" DE L'ETUDE "PARCELLE 36" du 15/11/55 au 15/11/56.

Caractère comparé	Comparaison Vigoureux-Chétifs			Comparaison Vigoureux Normaux			Comparaison Normaux Chétifs		
	Différence	Erreur standard de la différence	Degré de signification.	Différence	Erreur Standard de la différence	Degré de signification	Différence	Erreur Standard de la différence.	Degré de signification.
Production par arbre Kg	+ 66,2	11,3	999‰	+ 11,6	12,18	60% environ	+ 54,6	9,63	999‰
Eau/pulpe fraîche %	- 8,38	2,22	999‰	- 2,54	1,64	80% environ	- 5,84	1,72	999‰
Ecart type du $\frac{\text{eau}}{\text{Pulpe fraîche}}$ %	- 1,95	0,865	95%	- 0,39	0,53	40% environ	- 1,56	0,712	95%
Huile totale pulpe Kg	+ 14,52	2,24	999‰	+ 3,67	2,47	80% environ	+ 10,85	1,76	999‰



F. - RAPPORTS ENTRE TENEUR EN HUILE ET ASPECT MORPHOLOGIQUE DU RÉGIME ET DE SES FRUITS.

a/ - Nombre de fruits détachés.

Nous avons déjà dit (voir chapitre II p.84) qu'après le détachement des premiers fruits du régime, les fruits restés adhérents continuent à synthétiser de l'huile dans leur péricarpe. En conséquence, pour un régime déterminé, la teneur en huile des fruits restés adhérents sera de plus en plus grande proportionnellement au nombre de fruits détachés. Ce phénomène a été confirmé par DUFRANE et BERGER [28] . Rappelons qu'il n'est susceptible d'aucune application pratique et qu'il ne vaut que pour un régime déterminé. Entre régimes différents on ne le retrouve plus ; nous avons récolté certains régimes avec plus de cent fruits détachés, ne détenant qu'une teneur en huile souvent inférieure à la moitié de celle de régimes récoltés avec 10 fruits détachés seulement.

b/ - Couleur des fruits.

A l'intérieur d'une même variation de ce caractère, la variété "Nigrescens" on rencontre des colorations très variables. Ainsi pour une même teneur en huile de la pulpe, les fruits d'origine "POBE" sont nettement plus rouges que les fruits de type "DELI" ou "YANGAMBI". Il existe très vraisemblablement aussi des variations d'origine saisonnière, la coloration des fruits étant directement liée avec leur teneur en caroténoïdes, sensible aux variations saisonnières, comme a pu le mettre en évidence BIENAYME [13] . De plus le degré de coloration du fruit en fonction de la position de celui-ci sur le régime, est aussi très variable : certains régimes présentent 5 à 6 catégories de fruits colorés différemment alors que d'autres n'en présentent que deux.

Aussi est-il impossible de mettre en évidence un rapport quelconque entre couleur du fruit et teneur en huile, si l'on considère des régimes de diverses origines. Toutefois pour les régimes d'un même arbre, ou même pour les régimes d'un

même croisement, conduisant à un aspect morphologique homogène de l'arbre et du régime, il semble bien que l'on puisse conclure que plus les fruits sont rouges plus la teneur en huile est élevée. Mais nous le répétons cette règle n'est plus valable entre régimes d'origine différente : ainsi les fruits de l'origine "POBE", dans notre étude "interorigines" étaient sans exception nettement plus rouges que ceux de l'origine "YANGAMBI" et cependant les fruits de l'origine "POBE" détenaient une teneur en huile nettement inférieure (42,35% contre 47,17%).

c/ - Etat des fruits détachables.

Quelle que soit l'origine du palmier, les régimes portant des fruits détachables à base grisâtre, noire et quelquefois moisie ne portent que des fruits adhérents et intacts à très faible teneur en huile, le plus souvent inférieure à 25% de la pulpe fraîche.

d/ - Caractère "épaisseur de coque".

VANDERWEYEN (101) avait déjà conclu que la teneur en huile de la pulpe était indépendante des caractères "Dura" ou "Tenera". Nous avons confirmé ce résultat au cours de notre étude "interorigines". Dans les croisements de l'origine "YANGAMBI" (voir tableau XVII)^(*) il est impossible de mettre en évidence une relation quelconque entre ces caractères et la teneur en eau (donc la teneur en huile).

e/ - Autres caractères.

Nous n'avons pu mettre en évidence aucune relation entre teneur en huile de la pulpe fraîche et $\% \frac{\text{pulpe}}{\text{fruit}}$ ou $\% \frac{\text{fruits normaux}}{\text{régimes}}$.

(*) - Tableau XVII voir page 130

Tableau XVII

INDEPENDANCE DE LA TENEUR EN HUILE DE LA PULPE FRAICHE

VIS-A-VIS DES CARACTERES "DURA" et "TENERA"

Croise- ment n°	Arbres de caractère "Dura"		Arbres de caractère "Tenera"	
	Numéro de l'arbre	Eau Pulpe fraîche % Moyen	Numéro de l'arbre	Eau Pulpe fraîche % Moyen
YA 65	5-5	35,1	5-3	36,6
	9-5	48,3	9-9	31,2
	17-4	44,0	17-1	35,0
	17-8	34,0		
YA 68	1-3	33,6	1-1	34,3
	1-6	32,6	1-2	34,0
	10-4	29,2	1-5	32,6
			10-2	32,7
YA 70			7-3	38,0
			7-4	37,3
			7-5	36,3
			7-7	34,0
			7-8	38,6
			7-10	41,1
			7-11	39,6
YA 71	8-10	33,4	8-4	31,1
	8-11	37,7	8-8	32,6
	18-5	41,0	8-9	35,8
			8-10	33,1
			18-6	30,1
YA 73			6-3	36,5
			6-10	36,8
			24-3	38,4
			24-4	43,4
			24-6	39,3
			24-8	40,3
			24-9	33,8

G. - INFLUENCE DE L'ARROSAGE AVEC UNE SOLUTION D'HORMONES.

La teneur en huile de la pulpe des fruits d'un régime étant fonction de la date de leur détachement, nous pouvions espérer obtenir un résultat intéressant en retardant ce détachement par action hormonale.

Nous avons mis en oeuvre deux types d'essai en nous référant à la monographie de VYVYAN [105]. Dans les deux cas nous avons procédé à un arrosage hebdomadaire de 4 litres par régime, avec une solution de 4 mg par litre d'acide α -naphtalène acétique dans l'eau distillée (dissolution initiale du produit dans l'alcool éthylique), pendant les trois mois avant la maturité présumée du régime. En cas de pluie dans les 24 heures suivant l'arrosage, nous répétions l'arrosage. Les deux types d'essai, menés sur des arbres, présumés sensibles au rythme de production, n'ont pas répondu à nos espoirs. (voir page suivante).

En voici deux exemples :

a/ - Arrosage alternatif (*) des régimes d'un arbre.

exemple : 130 - 36 "Normal"

Date de récolte	22.3 56	22.3 56	15.5 56	30.5 56	30.5 56	28.6 56	12.7 56	30.7 56	7.9 56	4.10 56
Poids du régime en Kg	19,0	21,0	17,0	16,0	16,5	11,5	10,0	11,0	8,0	11,5
Arrosage par N.A.A.	non	oui	non	oui	non	oui	non	oui	non	oui
Teneur en M.G. de la pulpe fraîche	41,0	38,8	43,0	44,7	40,2	41,3	43,8	40,9	45,0	45,3

(*) Les régimes "non arrosés" avec une solution hormonale, étaient arrosés avec 4 litres d'eau distillée.

b/ - Arrosage de tous les régimes d'un arbre

Arbre 42-16426 (DELI - 8 ans)

Date de récolte	3.3. 56	3.3. 56	23.3. 56	6.4. 56	17.4. 56	30.4 56	30.4 56	16.5 56	4.6 56	5.6 56	28.6 56	2.7 56
Poids du régime en Kg.	25,0	23,0	22,0	23,0	20,0	18,5	20,0	20,0	18,0	18,0	11,0	12,
Teneur en M.G. de la pulpe fraîche	37,0	29,0	28,0	30,5	33,5	34,0	28,2	31,8	40,6	30,4	43,5	41,

Dans les deux cas, on ne peut mettre en évidence aucune influence de l'arrosage, l'arbre détachant ses fruits avec une teneur en huile faible chaque fois que le rythme de production est trop élevé. Il est possible que ce résultat soit du à l'insuffisance de pénétration de la solution hormonale qui n'a pu entrer en contact avec la zone "séparatrice".

H. - INFLUENCE DE L'ORIGINE DES PALMIERS.

Comme on peut le voir dans les tableaux XVIII et XIX où nous avons résumé les résultats de l'étude "interorigines", il est possible de mettre en évidence des différences impor-

Tableau XVIII

TENEURS EN EAU ET EN HUILE DE LA PULPE FRAICHE
DES FRUITS DES ARBRES DE L'ETUDE INTERORIGINES

Origine	Croisement	% Eau/Pulpe fraîche			% M.G./Pulpe fraîche calculé
		Moyenne	G	G m	
SOCFIN	1365	44,93	2,775	1,049	39,07
	1372	42,59	4,157	1,386	39,31
	1405	37,10	3,707	1,236	45,50
	1449	34,84	2,978	1,053	47,56
	Moyenne des 4croi- sements.	39,71	5,236	0,911	42,94
YANGAMBI	65	37,53	6,237	2,357	43,92
	68	32,16	2,280	0,862	50,99
	70	37,84	2,300	0,869	46,21
	71	34,53	3,870	1,463	48,47
	73	38,36	3,070	1,160	46,14
	Moyenne des 5croi- sements.	36,08	4,339	0,733	47,17
P O B E	1	40,80	3,600	1,360	38,30
	2	35,17	1,940	0,733	46,18
	68	39,49	2,996	0,831	40,61
	69	35,06	2,118	0,800	45,94
	Moyenne des 4croi- sements.	37,96	3,635	0,623	42,35

tantes, d'une part entre l'origine "YANGAMBI" et les autres origines, d'autre part à l'intérieur d'une même origine.

a/ - Supériorité de l'origine "YANGAMBI".

Cette supériorité nous paraît certaine. D'une part, elle résulte de l'analyse d'un nombre d'arbres suffisamment représentatif et d'autre part, elle est confirmée

Tableau XIX

DIFFERENCES DE TENEUR EN HUILE SUR PULPE FRAICHE
AU COURS DE L'ETUDE INTERORIGINES.

Comparaisons (*)	Différence des moyennes	Degré de signification
YANGAMBI-SOCFIN	4,23	999 ‰
YANGAMBI-POBE	4,82	999 ‰
SOCFIN-POBE	0,61	non significatif.
SOC 1449 - SOC 1365	8,49	99 ‰
SOC 1449 - SOC 1372	8,25	99 ‰
SOC 1405 - SOC 1365	6,43	99 ‰
SOC 1405 - SOC 1372	6,19	99 ‰
YA 68 - YA 70	4,78	99 ‰
YA 68 - YA 65	7,05	99 ‰
YA 68 - YA 73	4,85	99 ‰
PO 2 - PO 1	7,88	99 ‰
PO 69 - PO 1	7,64	99 ‰
PO 2 - PO 68	5,37	99 ‰
PO 69 - PO 68	5,33	99 ‰

(*) - Les autres comparaisons ne conduisent pas à des différences significatives.

par la moyenne générale de valeur voisine, que VANDERWEYEN⁽¹⁰¹⁾ a trouvée en utilisant une méthode d'analyse comparable à la nôtre, sur les stations de YANGAMBI. Toutefois, on peut remarquer que l'un des croisements "SOCFIN" le n° SOC 1449 présente une teneur en huile supérieure à la moyenne de celle des croisements "YANGAMBI" et que trois autres croisements (SOC 1045, POBE 2 et POBE 69)

s'écarternt assez peu de cette valeur moyenne. C'est pourquoi l'on peut penser que la supériorité des croisements "YANGAMBI", dans leur ensemble, n'est que la conséquence d'une sélection volontaire des chercheurs du Congo Belge. En effet, bien que l'on ne trouve guère trace d'une sélection orientée vers l'amélioration directe du caractère "teneur en huile" de la pulpe dans la littérature agronomique, les conversations personnelles que nous avons eues avec VANDERWEYEN et PICHEL, deux des responsables de la sélection en Congo Belge, nous ont appris que, dans une première élimination, les arbres détenant des régimes à teneur en huile de la pulpe fraîche inférieure à 35% avaient été rejetés.

b/ -Supériorité de certains croisements.

Nos résultats permettent de mettre en évidence la supériorité très nette de certains croisements à l'intérieur d'une même origine (voir tableau XIX^(*)). Cependant, malgré les précautions prises pour éliminer toute autre influence que celle de l'origine du croisement (même lieu de plantation, même âge de l'arbre, même saison, aspect végétatif et rythme de production très voisins) nous ne pouvons tirer une conclusion définitive. En effet, le palmier à huile est un organisme végétal trop variable pour qu'il soit possible de généraliser les résultats obtenus sur un nombre d'arbres aussi restreint.

Toutefois nos résultats sont encourageants et semblent intéressants à confirmer lors d'une étude plus développée.

I. - RAPPORTS ENTRE TENEUR EN HUILE DE LA PULPE ET NUTRITION MINERALE.

Les résultats, résumés dans les tableaux annexes J1 à J5, de l'étude, que nous avons établie dans le but de mettre en évidence une influence de la nutrition minérale sur la teneur en huile de la pulpe, ne nous ont apporté que des conclusions négatives. En effet, quels que soient l'élément minéral

(*) Tableau XIX page 134

considéré (N, P, K, Ca ou Mg), sa provenance (feuille ou pulpe), le mode d'expression utilisé (% sec, % sec deshuilé, % frais, rapport $\frac{\text{élément}}{\text{eau}}$) il n'est pas possible d'établir une relation nette entre teneur en huile de la pulpe et composition minérale de la pulpe ou de la foliole. Bien plus, un phénomène aussi net que celui que nous avons pu dégager dans notre chapitre II : le rapport inverse entre teneur en matières minérales de la pulpe (K, Ca, Mg) et teneur en huile, ne se retrouve que très approximativement dans nos résultats. Cela tient à la grande variabilité du rapport $\frac{\text{élément}}{\text{eau}}$ d'un arbre à l'autre, facteur qui influe plus sur la teneur en élément rapporté au poids sec deshuilé ou au poids frais que le stade de maturation du fruit directement lié à la teneur en eau.

Cette variabilité est d'ailleurs intéressante, et bien qu'il soit possible que la teneur en éléments minéraux du sol en soit en partie responsable il semble bien que l'on puisse conclure que l'origine "DELI" présente un rapport $\frac{\text{élément}}{\text{eau}}$

de la pulpe nettement plus élevé que celui des deux autres origines, particulièrement en ce qui concerne le rapport $\frac{K}{\text{eau}}$. Cette propriété et une teneur en eau, en général assez forte, entraîneraient donc une "exportation" beaucoup plus importante du potassium. On pourrait donc trouver là l'explication partielle de la réussite de l'I.R.H.O., à DABOU par application de fumure potassique sur les palmiers d'origine "DELI".

En vue de l'étude directe de la nutrition minérale de l'arbre, étude qui sort du cadre des recherches que nous poursuivons, nos résultats apportent aussi quelques renseignements.

- a/ - Ils confirment les observations de PREVOT et de ses collaborateurs [79] , [84] en ce qui concerne l'évolution des éléments suivant le rang de la feuille et les corrélations qui existent entre certains éléments minéraux.
- b/ - Ils mettent en évidence (voir tableau XX) des différences nettes de la teneur minérale suivant les origines;

(suite du texte page 138)

Tableau XX

ANALYSES MINÉRALES DE LA PULPE ET DE LA FOLIOLE - MOYENNES PAR ORIGINE

Origine Organe Analyse	Y A N G A M B I			P O B E			S O C F I N		
	Pulpe	Feuille N° 9	Feuille N°17	Pulpe	Feuille N°9	Feuille N°17	Pulpe	Feuille	Feuille N°17
N/sec %	1,515	2,520	2,480	1,205	2,580	2,470	1,345	2,660	2,390
I/sec %	0,144	0,155	0,159	0,141	0,157	0,147	0,124	0,159	0,144
K/sec %	0,826	0,794	0,628	0,618	1,122	0,830	1,220	0,949	0,804
Ca/sec %	0,352	0,752	0,891	0,359	0,630	0,771	0,422	0,673	0,786
Mg sec %	0,350	0,435	0,440	0,411	0,413	0,393	0,346	0,300	0,255
N/frais %	2,430			2,360			2,255		
P/frais %	0,234			0,277			0,203		
K/frais %	1,330			1,200			2,050		
Ca/frais %	0,563			0,706			0,697		
Mg/frais %	0,559			0,815			0,574		
N/ean %	7,160			6,150			5,810		
P/ean %	0,677			0,720			0,511		
K/ean %	3,860			3,080			5,250		
Ca/ean %	1,595			1,830			1,445		
Mg/ean %	1,585			2,105			1,440		
K/K+Ca+Mg %	54,4	39,7	32,0	44,7	51,4	41,4	61,4	49,4	43,5
Ca/K+Ca+Mg %	22,9	36,2	45,4	25,7	29,2	38,7	21,3	39,4	42,5
Mg/K+Ca+Mg %	22,8	22,0	22,5	29,6	19,4	19,8	17,3	15,7	13,9

... ..
... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..
... ..

l'origine SOCFIN semble par exemple être beaucoup moins riche en magnésium que les autres origines. Toutefois de tels résultats proviennent d'un nombre d'arbres trop faible pour pouvoir être généralisés et ils demandent à être confirmés.

- c/ - Ils ne permettent pas d'établir de relations entre teneur en éléments minéraux de la feuille et du fruit, même en utilisant les rapports $\frac{\text{élément}}{\text{K+Ca+Mg}}$. Ce dernier fait contredit les théories d'ANSIAUX [6], reposant sur la relation positive qu'il avait pu mettre en évidence entre rapports $\frac{\text{Ca}}{\text{K+Ca+Mg}}$ de la feuille et du fruit.

De telles relations semblent difficiles à établir lors d'analyses de prélèvements simultanés; un exemple nous le fera mieux comprendre :

D'après nos résultats on peut supposer comme établi que l'origine "SOCFIN" exporte par ces fruits une quantité de potassium beaucoup plus élevée que l'origine "POBE". Si cette exportation n'est pas corrigée par un apport de fumure, il est logique de penser que la teneur en potassium de la feuille, teneur identique pour les deux origines à un même âge de l'arbre (6 ans par exemple) tombera beaucoup plus rapidement pour l'origine "SOCFIN" que pour l'origine "POBE" si bien que l'on devrait pouvoir mettre en évidence vers l'âge de 10 ans une relation inverse entre potassium de la feuille et potassium du fruit.

Cependant il est vraisemblable que ce phénomène ne puisse apparaître lors d'analyses de prélèvements simultanés, car la teneur en potassium du fruit deviendra dépendante de la teneur en potassium de la feuille. On aura, par exemple, les résultats suivants, peu nets :

	$\frac{K}{\text{sec}}$ % de la feuille à 10 ans	$\frac{K}{\text{frais}}$ ‰ du fruit à 10 ans
POBE.....	1,000	1,000
SOCFIN.....	0,600	0,900

Pour démontrer clairement le phénomène il faudra mettre en rapport la chute, suivant l'âge de l'arbre, du potassum de la feuille et la teneur initiale (lorsque l'arbre avait 6 ans) en potassium du fruit, par exemple :

	$\frac{K}{\text{sec}}$ % de la feuille âge 6 ans âge 10 ans		$\frac{K}{\text{frais}}$ ‰ du fruit à 6 ans
POBE.....	1,200	1,000	1,200
SOCFIN.....	1,200	0,600	2,000

J. - CONCLUSION .

La teneur en huile de la pulpe du fruit de palme a maturité est très variable et n'atteint qu'exceptionnellement la valeur de 50%. Conditionnée par l'achèvement de la mise en réserves des substances organiques de la graine, la formation des matières grasses de la pulpe est aussi sous la dépendance d'autres facteurs vigueur végétative de l'arbre, rythme de production, climat, origine du palmier, nutrition minérale. Il est malaisé de mettre en évidence l'influence de chacun de ces facteurs car ils interfèrent entre eux. Ainsi un rythme de production trop intense entraînera, particulièrement s'il a lieu durant une saison défavorable, la récolte d'un poids important de régimes à

basse teneur en huile et à forte teneur en matière minérales; cette exportation trop grande de matières minérales pourra, par la déficience qu'elle entraîne, avoir pour conséquence un mauvais développement végétatif ou une plus grande sensibilité de l'arbre aux maladies; il en résultera, à nouveau, des régimes à faible teneur en huile même si leur récolte a lieu durant une saison favorable et même si le rythme de production est normal.

Ces interférences compliquent l'interprétation de nos résultats et nous rendent prudents quant à leur généralisation. Néanmoins, il semble bien qu'en les prenant en considération on puisse améliorer le caractère "teneur en huile de la pulpe" sans aller à l'encontre du but actuel poursuivi par les sélectionneurs : une production maximale. Nous avons vu en effet que ces deux caractères ne sont pas antagonistes.

On peut schématiser le programme d'amélioration de la teneur en huile du palmier de la façon suivante :

- a/ - tenir compte de facteurs indirects tels que rythme de production et aspect végétatif de l'arbre.
- b/ - éliminer progressivement les géniteurs "à basse teneur en huile".

- 1. - par une estimation très grossière reposant sur des observations morphologiques,
- 2. - par une estimation analytique approximative de la teneur en huile afin d'éliminer les arbres dont la pulpe des fruits détient moins de 35% de matières grasses.

- En adoptant une approximation de 5% en valeur relative il sera nécessaire d'analyser :
- 2 échantillons de 50 à 100 grammes de pulpe pour un régime.
 - 10 régimes pour un arbre,
 - 5 à 30 arbres pour un croisement suivant son homogénéité.
 - 3. - par une estimation analytique précise de la teneur

en huile afin de retenir les meilleurs géniteurs. Si l'on adopte une précision plus grande de l'ordre de 2%, comme il est vraisemblable que les croisements les plus intéressants auront une homogénéité caractérisée par un écart type de la teneur en huile de la pulpe fraîche voisin de $\pm 3,5\%$, il sera alors nécessaire d'analyser :

- 2 échantillons de 50 à 100 grammes de pulpe pour un régime,
- 10 régimes pour un arbre,
- 50 à 100 arbres pour un croisement suivant son homogénéité, ce qui représente un total d'analyses de 1000 à 2000, chiffre impressionnant, que l'on ne peut guère espérer satisfaire qu'avec une méthode rapide du type de celle de VANDERWEYEN et nous-mêmes avons proposée.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

=====

- I. - Après avoir rapporté les résultats des auteurs précédents concernant la morphologie du régime et du fruit, l'anatomie du fruit, de la coque et de la graine et l'histologie de la graine nous avons exposé nos propres recherches portant sur l'anatomie et l'histochimie de la pulpe du fruit. Nos résultats ont confirmé et vérifié ceux de HANAUSEK et ceux de BLOMMENDAAL. Sur le plan anatomique, nous avons pu mettre en évidence deux faits nouveaux : la présence de stigmata et l'analogie de structure entre la pulpe du fruit de palme et celle du fruit de Cocos nucifera. Sur le plan histochimique nous avons pu dégager un fait intéressant : l'apparition simultanée d'amidon et de matières grasses lors de la synthèse rapide de la maturation. Ce phénomène, qui est en accord avec les observations récentes de SVESHNIKOVA sur d'autres oléagineux, mériterait une étude plus approfondie. Nous n'avons pas pu observer les modifications anatomiques qui accompagnent la chute du fruit.
- II. - L'étude de l'évolution du fruit de palme durant sa maturation nous a permis de préciser les points suivants :
- 1./ Le fruit croît en volume et en poids durant les trois premiers mois de sa vie. Il est constitué alors de tissus riches en eau. L'accumulation de substances organiques ne commence qu'après l'arrêt de la croissance, elle débute par la lignification de la coque qui se poursuit pendant deux mois environ, puis continue par

la mise en réserve de matières grasses, de protides et de glucides dans la graine. Ce n'est qu'après la fin de l'accumulation des substances organiques dans ces deux parties du fruit que commence, dans la pulpe, la mise en réserve des matières grasses, qui se poursuit très rapidement et ne s'arrête qu'avec la chute du fruit, sans atteindre un taux nettement limité.

- 2./ L'accumulation des matières grasses dans la graine et dans la pulpe suit un cours rectiligne si l'on utilise des modes d'expression convenables (poids pour un fruit ou pourcentage du poids frais). On ne retrouve l'allure d'accumulation en forme de S des auteurs précédents qu'en utilisant l'expression pourcentage du poids sec, expression qui conduit obligatoirement à une représentation asymptotique.
- 3./ L'accumulation de matières organiques et particulièrement de matières grasses est en relation directe avec le départ de l'eau quelle que soit la partie du fruit considérée.
- 4./ Le départ de l'eau du fruit est accompagné du départ de matières minérales de nature variable suivant la partie du fruit considérée. Ce sont :
 - a/ - le phosphore , le magnésium, le calcium et le potassium pour la coque,
 - b/ - le magnésium, le calcium et le potassium pour la pulpe,
 - c/ - le calcium et le potassium pour la graine.

Les autres matières minérales que nous avons étudiées, azote pour la coque, azote et phosphore pour la pulpe, azote, phosphore et magnésium pour la graine ne présentent pas ce phénomène de migration.

Cette étude nous a également permis de dégager plusieurs faits susceptibles d'être généralisés à l'étude des oléagineux et, peut-être même, à celle des plantes en général.

- 1./ Au cours de l'étude de l'évolution d'un composé organique ou d'un élément minéral dans un organe végétal, quel que soit ce composé ou cet élément et quel que soit l'organe envisagé, il est dangereux de rapporter uniquement les résultats en pourcentage du poids sec. Les **teneurs calculées en pourcentage du poids frais** sont souvent beaucoup plus représentatives. D'autre part le calcul du rapport $\frac{\text{élément}}{\text{eau}}$ peut conduire à des conclusions intéressantes.
- 2./ Le cours de formation des matières grasses que nous avons pu mettre en évidence dans la pulpe et la graine du fruit de palme se retrouve chez les autres fruits oléagineux. Nous avons proposé un schéma général modifiant celui de TERROINE. Sur un graphique, il en diffère par une allure rectiligne et moins rapide de l'accumulation des matières grasses.
- 3./ La relation quantitative existant entre l'eau partant du fruit et les matières organiques qui s'y accumulent semble, elle aussi, pouvoir être généralisée. Nous avons pu établir l'existence d'une telle relation chez d'autres oléagineux.

III. - Nous avons vérifié et élargi les résultats de VANDERWEYEN concernant la variabilité de la teneur en eau de la pulpe du fruit de palme. Ce caractère (directement lié à la teneur en huile de la pulpe) est peu variable d'un fruit à un autre sur un même régime, mais il varie beaucoup des fruits d'un régime à ceux d'un autre, que ces régimes proviennent d'un même arbre ou à fortiori d'arbres différents.

Il en résulte que :

- 1./ Au cours d'un essai agronomique portant sur le palmier **il est dangereux d'évaluer arbitrairement la teneur en huile de la pulpe fraîche à 50 pour cent en valeur approximative.** Il faut préférer à cette évaluation une mesure réelle de la teneur en huile ou une estimation

approximative moyenne de 45 pour cent au plus.

- 2./La détermination de la teneur en matières grasses moyenne des fruits des régimes provenant d'un même arbre ou d'un même croisement est délicate et réclame l'application d'une méthode d'analyse rapide du fait du grand nombre de mesures nécessaires.

La teneur en huile de la pulpe est soumise à l'influence de l'époque de maturation, de l'état végétatif de l'arbre, du rythme de production et de l'origine génétique du palmier. Dans des cas exceptionnels elle peut être en rapport avec un aspect morphologique du fruit.

Nous n'avons pas pu établir de rapport entre teneur en matières minérales de la pulpe et de la feuille et teneur en matières grasses de la pulpe, et nous n'avons pas pu modifier le taux final de matières grasses de la pulpe en retardant la chute du fruit, l'arrosage avec une solution d'hormones n'ayant eu aucun effet.

Enfin nous avons proposé une méthode de dosage rapide des matières grasses de la pulpe. En tenant compte des modifications de la relation eau matières grasses selon la saison ou l'origine de l'arbre, elle pourrait permettre de vérifier sur un plus grand nombre d'arbres nos résultats encourageants quant aux différences de teneur en huile existant entre palmiers d'origine génétique différente.

Cette vérification pourrait être la base d'un programme de sélection du caractère "teneur en huile de l'exocarpe".

B I B L I O G R A P H I E

=====

- 1/ - A.F.N.O.R.
 - a/ Mesure de l'indice d'iode des corps gras (1948) NF.T. 60-203.
 - b/ Détermination de l'acidité et de l'indice d'acide des corps gras. (1948) NF.T. 60-204.
 - c/ Mesure de l'indice de saponification des corps gras. (1948) NF.T. 60-206.
- 2/ - AIROLDI (R.)

The Morphology of the fibers of Cocos and Manila. Rive Tessile (1947), 2, 131,133; d'après Chem. Abstracts 41, n° 7449.
- 3/ - ANDRE (E.) et Melle CARBOUERES (M.)

- Les méthodes de dosage des lipides dans les graines oléagineuses - Oléagineux (1953), 8, 441-449.
- 4/ - ANDRE (G.)

- Sur la conservation des matières salines pendant le cours de la végétation d'une plante annuelle. C.R. Ac. Sc. (1910), 151, 1378-1380.
- 5/ - ANDRE (G.)

- Sur la distribution des bases minérales chez l'orge au cours de l'évolution de ce végétal C.R. Ac.Sc. (1912), 154, 1817-1818.
- 6/ - ANSIAUX (J.R.)

- La composition minérale des fruits et la voie de transport des ions alimentaires vers ceux-ci Ann. de Phys. Véget. de l'Université de Bruxelles, (1959, 4, 53-88.
- 7/ - BARKER (M.F.)

- Development of oil in the seed of the flax fibre crop and the variation in its character with maturity J. Soc. Chem. Ind. , (1932), 51, 218 T - 222 T.
- 8/ - BERTRAND (G.) et PERIETZBEANU (D.J.)

- Sur les proportions relatives de potassium et de sodium chez les plantes. Bull. Soc. Ch. de France (1927), 41, 1378-1380.

- 9/ - BEIRNAERT (A.) - Introduction à la biologie florale du palmier à huile. Publication de l'I.N.E.A.C. (1935), série scientifique n°5.
- 10/ - BEIRNAERT (A.) et VAN DERWEYEN (R.) - Contribution à l'étude génétique et biométrique des variétés d'Elaeis guineensis. Publication de l'I.N.E.A.C. (1941), série scientifique n° 27.
- 11/ - BESSUAND (J.), Mme VALENTIN (G.) et Melle ESTIENNE (A.) - Méthodes analytiques appliquées au diagnostic foliaire. Oléagineux (1952), 7, 363-365.
- 12/ - BESSUAND (J.) - Dosage du magnésium par spectrophotométrie de flamme. Oléagineux (1958), 13, 743-747.
- 13/ - BIENAYME (A.) - Variations des caractéristiques de certaines huiles de palme. Publication de l'I.R.H.O. (1956), série scientifique n°9 Paris.
- 14/ - BLOMMENDAAL (H.N.) - Preliminary paper on the ripening of oil palm fruit. Communication from the general experimental station of the A.V.R.O.S. (1925), série n°20, Medan.
- 15/ - BOUFFIL (M.) - Rapport du laboratoire de Bingerville. (1935), inédit.
- 16/ - de la BORBOLLA Y ALCALA (J.M.R.) FERNANDEZ DIEZ (M.J.) Y. GONZALES PELISSO (S.F.) - Cambios en la composicion de la aceituna durante su desarrollo. Grasas y Aceites (1955), 6, 5-22.
- 17/ - BROEKMANS (A.F.M.) - Factors influencing the periodicity of growth and flowering in the oil palm. In C.R. de la Conférence franco-britannique sur le palmier à huile (1957), Bull. Agr. n°14 du Ministère de la France d'Outremer, 163-172.
- 18/ - CAUHAPE (R.) - Recherches sur la maturation du fruit de palme. Rapport Annuel Station Pobé (1941), 28-41, inédit.

- 19/ - CHEVALIER (A.) - Documents sur le palmier à huile. Collection : les végétaux utiles de l'Afrique tropicale (1911), Volume VII, Paris.
- 20/ - Mlles CHOLLET (M.M.) SCHEIDECKER (D.) et BOULOUX (M.) - Osés et holosides de l'Elaeis guineensis. C.R. Ac. Sc. (1957), 244, 2086-2088.
- 21/ - COMBES (R.) - La formation et la localisation des réserves chez les végétaux producteurs d'huile. Oléagineux (1946), 4, 183-188.
- 22/ - CROCKER (W.) et BARTON (L.V.) - Chemical changes involved in seed development, in "Physiologie of seeds". (1953), 153-161. Chimica Botanica Co. Mass. U.S.A.
- 23/ - CROMBIE (W.M.) - Fat metabolism in the West African palm oil (Elaeis guineensis) I - Fatty acid formation in the maturing kernel J. Exp. Bot. (1956), 7, 181-193.
- 24/ - CROMBIE (W.M.) et HARDMAN (E.E.) - Fat metabolism in the West African palm oil III - Fatty acid formation in the maturing exocarp. J. Exp. Bot. (1958), 9, 247-253.
- 25/ - DESASSIS (A.) - La détermination de la teneur en huile de la pulpe du fruit d'Elaeis guineensis. Oléagineux. (1955), 10, 739-743 et 823-827.
- 26/ - DESASSIS (A.) - L'acidification de l'huile de palme. Oléagineux (1957), 12, 525-534.
- 27/ - DILLMAN (A.C.) - Daily growth and oil content of flax seeds. J. Agr. Res. (1928), 37, 357-377.
- 28/ - DUFRANE (M.) et BERGER (J.L.) - Etude sur la récolte dans les palme-
raies. Bull. Agro. du Congo Belge. (1957), 48, 581-636.
- 29/ - DYKE (F.M.) et JAMES (F.O.) - Contribution à l'étude chimique des fruits de l'Elaeis guineensis. Bull. Agro. du Congo Belge (1925), 16, 517-527.

- 30/ - EYRE (J.V.) - Notes on oil development in the seed of a growing plant. Bioch. Jour. (1931), 25, 1902-1908.
- 31/ - FRANZKE (C.) - Untersuchungen an reifenden Sonnenblumensamen. Fette Seifen Ausrichmitteln (Ost). (1956), 58, 340-342.
- 32/ - GAERTNER - De fructibus et seminibus plantarum (1788) Volume 1 page 17, Stutgardiae typis academiae carolinae.
- 33/ - GHITESCU (V.N.) - Recherches sur l'évolution de la composition chimique élémentaire des végétaux au cours de leur développement. Thèse de Sciences Naturelles (1934), Ed. JOUVE et Cie.
- 34/ - GLICK (D.) - Technics of histo and cytochemistry (1958) p. 42. New-York Interscience Pub.
- 35/ - GRINDLEY (D.N.) - Changes in composition of cotton seed during development and ripening J. Sci. Food. Agric. (1950), 1, 147-51.
- 36/ - GUERIN (H.P.) - Contribution à l'étude du fruit et de la graine des palmiers. Ann. Sc. Nat. Bot. et Bio. Veg. (1949), 10, 21-69.
- 37/ - HANAUSEK (T.F.) - Über die Frücht der Oelpalme. Z. des allg. Österreich. Apoth. Vereinis. (1882), 20, 325-328.
- 38/ - HANAUSEK (T.F.) - Die Frücht der Oelpalme in "die Nahrungs und Genussmittel aus den Pflanzenreiche". (1884), 157-159, Kessel.
- 39/ - HARTWICH (C.) et ULLMANN (W.) - Betrachtungen über der Nachweiss des fetten Oles und seine Bildung, besonders in der Olive. Arch. Pharmaz. (1902), 240, 471-480.
- 40/ - HENRY (P.) - Etudes cytologiques sur le palmier à huile - Publication I.R.H.O. (1946), série scientifique n°1, Paris.
- 41/ - HENRY (P.) - Rapport Annuel Pobé (1946), inédit.
- 42/ - HENRY (P.) - Rapport Annuel Pobé (1949), inédit.
- 43/ - HENRY (P.) - La germination des graines d'Elaeis-Rev. Int. de Bot. Appl. et d'Agr. trop. (1951), 31, 565-591; (1952), 32, 67-77.

- 44/ - HENRY (P.) Morphogenèse florale et foliaire chez le palmier à huile. In C.R. de la Conférence franco-britannique sur le palimer à huile (1957). Bull. Agr. n° 14 du Ministère de la France d'Outre-mer 158-162.
- 45/ - HENRY (P.) - Recherches sur la croissance et le développement chez Elaeis guineensis et chez Cocos nucifera. Thèse de Doctorat de sciences naturelles (1957). Ed. Vaillant, Paris.
- 46/ - HILDITCH (T.P.) - La formation des acides gras dans les graines oléagineuses Oléagineux. (1955), 10, 83-88.
- 47/ - HOUGET (J.) - La lipogenèse dans le règne végétal. Bull. des Mat. Grasses (1946), 30, 23-31.
- 48/ - HUSSEY (G.G.) - The physiology of germination of oil palm seed. In C.R. de la conférence franco-britannique sur le palmier à huile. (1957) Bull. Agron. n° 14 du Ministère de la France d'Outre-mer.
- 49/ - IVANOW (S.) et KLOTOW (P.) - Le mécanisme de la formation des matières grasses dans les plantes. Bull. des Mat. Grasses (1933), 17, 9882-84.
- 50/ - JOHNSON (I.J.) - The relation of agronomic practice to the quantity and quality of the oil in flax seed J. Agr. Research (1932), 45, 239-255.
- 51/ - JONES (W.W.) and SHAW (L.) - The process of oil formation and accumulation in the Macadamia. Plant. Physiol. (1943), 18, 1-7.
- 52/ - KARTHA (A.R.S.) et NARAYANAN (R.) - Development of oil in the ripening coconut. The Ind. J. of Agr. Sc. New-Delhi (1956), 26, 319-327.

- 53/ - KATAYAMA Y. et NAGATOMO T.
 - A comparison of the oil content in different stages due to growing habit and strains of peanut. Bull. Fac. Agric. Univ. Miyazaki (1958), 3, 61-68, d'après Biol. Abst. (1959), 33, n°42668.
- 54/ - KEETH KENNEDY (W.) and UNRAU (J.)
 - Rapid method for determining the oil content of safflower and sunflower seeds Agron. Journ. (1949), 41.
- 55/ - KEHREN (L.)
 - Etudes des caractères physiques et chimiques de la pulpe des fruits d'Elaeis (1951), Thèse de Sciences. Editions SETCO. Paris.
- 56/ - KOHL (F.G.)
 - Kalsalze und Kieselsäure in der Pflanze. (1839), Marburg.
- 58/ - LAVERGNE, HOUARD (A.), BLONDELEAU
 - La Sélection du palmier à huile à la station expérimentale de la Mé. Publication du Comité d'Etudes historiques et scientifiques de l'A.O.F. (1926), Larose, Paris.
- a - Détermination des caractères chimiques des fruits, 26-42.
- b - Développement de la matière grasse au cours de l'évolution du régime, 129-139.
- c - Etude des modifications de richesse des fruits après récolte, 139-148.
- d - Anomalies de richesses pour causes pathologiques, 148-151.
- e - Variations saisonnières des caractères physiques et chimiques, 151-162.
- f - Développement de la fructification chez les jeunes palmiers, 162-173.
- 59/ - LAVERGNE
 - Formation de la matière grasse au cours de l'évolution des fruits (du palmier à huile) Bull. du Com. d'Etudes historiques et scientifiques de l'A.O.F. (1928), 162-166.

- 60/ - LECLERC DU SABLON - Recherches sur la germination des graines oléagineuses, Rev. Gen. de Bot. (1895), 7, 165-208.
- 61/ - LECLERC DU SABLON - Sur la formation des réserves non azotées de la noix et de l'amande, C.R. Ac. Sc. (1896), 123, 1084-86.
- 62/ - LECOIN (R.) - Méthode rapide pour le dosage de l'huile dans les graines et les fruits oléagineux Oléagineux (1956), 11, 456-457.
- 63/ - LEFEVRE (J.) - La lipogénèse chez les végétaux supérieurs. Fascicule n° 731 du Centre de documentation de la Maison de la Chimie (1942). Paris.
- 64/ - LISON (L.) - Histochimie Animale (1936) p. 46 - Paris
- 65/ - de LUCA (M.S.) - Recherches sur la formation des matières grasses dans les olives C.R. Ac. Sc. (1861), 53, 380-384 -(1862), 55, 470-473 -(1862), 55, 506-510 -(1863), 57, 520-521.
- 66/ - MARKLEY (K.S.) - Synthesis of fatty acids by plants in "Fatty acids chemistry and physiological properties." (1947), 563-569. New-York.
- 67/ - MELLO GERALDES (C.D.) - Contribution à l'étude des fruits des variétés de palmiers à huile et de leurs huiles. Anais do Inst. Sup. de Agronomica (1929), 3, Lisbonne. Traduction française 12 p. et 18 tableaux.
- 68/ - MILLER (E.C.) - Plant Physiology. The fat metabolism in the green plant. (1931), 564-602. London.
- 69/ - MILLER (L.P.) - Genesis of fats and oil in plants. Monograp. Series of Am. Chem. Soc. (1954), 123, 208-216 New-York.
- 70/ - MOROZOFF (V.K.) - La sélection du Tournesol en U.R.S.S. Traduction résumée par le service documentation de l'I.R.H.O. (1947), ronéotypé.
- 71/ - MUNTZ (A.) - Recherches chimiques sur la maturation des graines. Ann. Sc. Naturelles, VIIème série, Bot. (1886), 3, 45-74.

- 72/ - PAINTER (E.P.) Fatty acid formation during oil deposition in flaxseed. Arch. of Bioch. (1944), 5, 337-348.
- 73/ - PATEL (J.S.) - The Coconut. monography, (1938), 313 p. Government Press Madras.
- 74/ - PICKETT (T.A.) - Composition of developing peanut seed. Plant. Physiol. (1950), 25, 210-225.
- 75/ - PICHEL (R.) - L'amélioration du palmier à huile au Congo Belge in C.R. de la conférence franco-britannique sur le palmier à huile (1956). Bull. Agr. n° 14 du Ministère de la France d'Outremer, 59-66.
- 76/ - PITMAN (G.) - Travail cité par F. DIEZ et SANDRET J. of the A.O.A.C. (1935), 441.
- 77/ - de POERCK (R.A.) - Contribution à l'étude du palmier à huile africain. Oléagineux (1950), 5, 623-628.
- 78/ - PREVOT (P.) - Croissance, développement et nutrition minérale de l'Arachide. Publication I.R.H.O., Série scientifique n° 4 (1949). Ed. SETCO.
- 79/ - PREVOT (P.) et PEYRE de MONTBRETON (Mme C.) - Etude des gradients en divers éléments minéraux selon le rang de la feuille chez le palmier à huile. Oléagineux (1958), 13, 317-321.
- 80/ - PRONK (F.) - Recherches sur quelques types de palmier à huile par l'analyse comparée de leurs régimes - Oléagineux (1954), 9, 65-73.
- 81/ - PURVIS (C.) - The colour of oil palm fruit. J. of WAIFOR, (1957), 142-147.
- 82/ - ROBERTS (E.A.) et SOUTHWICK (M.O.) - Contribution of studies with electron microscope to studies of the relationship of chromoplasts to carotène bodies to vitamine A. - Plant. Physio. (1948), 24, 620-631.

- 83/ - SANDRET (F.G.) - Contribution à l'étude de la composition chimique de la pulpe d'olive : variations au cours de la maturation, 67 pages (1957) - Etudes et travaux de l'école marocaine d'agriculture. Publication n° 2. Meknès.
- 84/ - SCHEIDECKER (D.) et PREVOT (P.) - Nutrition minérale du palmier à huile à Pobé - Oléagineux (1954), 9, 13-19.
- 85/ - SCHEIDECKER (D.) CHOLLET (M.M.) et BOULOUX (M.) - Glucides et éléments minéraux chez le palmier à huile. Rev. gen. de Bot. (1958) 65, 186-215.
- 86/ - SERVANT (M.) et BESSUAND (J.) - Mise au point d'un spectrophotomètre de flamme Beckmann - Oléagineux (1950), 5, 494-496.
- 87/ - SIMMONS (R.O.) et QUACKENBUSH (F.W.) - The sequence of formation of fatty acids in developping soybean seed. J. Am. Oil Chem. Soc. (1954), 31, 441-443.
- 88/ - SIMMONS (R.O.) et QUACKENBUSH (F.W.) - Comparative rates of formation of fatty acids in the soybean seed during its development. J. Am. Oil Chem. Soc. (1954), 31, 601-603.
- 89/ - STUMPF (P.K.) et ses collaborateurs - Fat metabolism in higher plants.
- I. - Biogenesis of higher fatty acids by slices of peanut cotyledons in vitro J. of Biol. Chem. (1953), 200, 233-239.
- II. - Oxydation of palmitate by a peanut particulate system. J. of Biol. Chem. (1954), 211, 941-948.
- III. - Enzymic oxydation of glycerol. Plant Physiology (1955), 30, 55-58.
- IV. - Preparation of soluble fatty acids oxydases from peanut microsomes. J. of Biol. Chem. (1955), 213, 241-249.

- VI. - Incorporation of P^{32} into peanut mitochondrial phospholipides. Plant. Physiol. (1955), 30, 237-243.
- VII.- β -oxydation of fatty acids by peanut mitochondria. Plant. Physiol. (1956), 31, 304-307.
- VIII- Saturated long chain fatty acid peroxydase. J. of Biol. Chem. (1956), 223, 643-649.
- IX - Enzymic synthesis of long chain fatty acids by avocado particles J. of Biol. Chem. (1957), 227, 407-417.
- X. - Modified β -oxydation of propionate by peanut mitochondria J. of Biol. chem. (1958), 231, 411-426.
- 90/ - SVESHNIKOVA (I.U.) - Rôle of various cell organoïds in fat formation and accumulation. Supplement à Plant Physiology (1956), 3, n°1.
- 91/ - SVESHNIKOVA (I.U.) - Les transformations de l'amidon dans les tissus des oléagineux - Oléagineux (1957), 12, 735-740.
- 92/ - TERROINE (E.F.) - Etat actuel de nos connaissances sur la formation des graisses au cours de la maturation des graines et fruits oléagineux et sur l'utilisation des graisses au cours de la germination. Ann. Sc. Nat. Bot. (1920) S 10, 2, I-LXIII.
- 93/ - THEIS (E.R.), LONG (J.S.) et BEAL (G.F.) - Drying oils XIII - Changes in linseed oil, lipase and other constituents of the flaxseed as it matures. Ind. a. Eng. Chem. (1929), 22, 768-771.
- 94/ - THOR (C.J.B.) et SMITH (C.L.) - A physiological study of seasonal changes in the composition of the Pecan during development J. Ag. Research (1935), 50, 97-121.
- 95/ - ULRICH (R.) - Variations quantitatives des acides gras, des stérols et des phospholipides au cours de la maturation des fruits du lierre. C.R. Ac. Sc. (1939), 208, 664-666.

- 96/ - ULRICH (R.) - La vie des fruits. 370 pages (1952),
Ed. MASSON - Paris.
- 97/ - UZZAN (A.), PELLE (Melle C.) et MAADI (H.)
- Détermination de la maturité des
olives - Oléagineux (1956), 11, 705-713.
- 98/ - VANDERWEYEN (R.) et ROSSIGNOL (J.)
Rapport dactylographiés de l'I.N.E.A.C.
Documents devant servir à l'étude biomé-
trique d'Elaeis guineensis :
1°/ - Le fruit (1944), 85 pages, YANGAMBI.
2°/ - Le régime (1945), 18 pages, YANGAMBI.
3°/ - Corrélation entre les caractéris-
tiques du fruit et du régime (1945),
80 pages, YANGAMBI.
- 99/ - VANDERWEYEN (R.) ROSSIGNOL (J.) et MICLOTTE (H.) -
Contribution à l'étude d'Elaeis guineen-
sis. (1945), 47 pages, Yangambi. Rapports
dactylographiés de l'I.N.E.A.C.
- 100/ - VANDERWEYEN (R.), ROSSIGNOL (J.) et MICLOTTE (H.) -
Essais sur la détermination des pertes
de poids des régimes et des fruits
d'Elaeis après récolte. C.R. Semaine Agri-
cole de Yangambi (1947), 1ère partie
452-463.
- 101/ - VANDERWEYEN (R.), ROSSIGNOL (J.) et MICLOTTE (H.) -
- Considération sur les teneurs en eau
et en huile de la pulpe d'Elaeis
C.R. Semaine Agricole Yangambi (1947),
2ème partie, 730-750.
- 102/ - VANDERWEYEN (R.) Notions de culture de l'Elaeis au Congo
Belge, 242 pages, (1952). Publication de
la D.A.F.E.C. - Bruxelles.
- 103/ - VANDERWEYEN (R.) - Comment déterminer la richesse en
huile des fruits ou des régimes d'une
palmeraie - Bull. d'information de
l'I.N.E.A.C. (1953), 2, 30-50.
- 104/ - VORONTZOFF (V.) - Conditions physiologiques de maturité
des graines d'Aleurites cordate.
Sovietskie Soubtropiki n°1 et 2 (1934),
185-190 (Traduction inédite de l'I.R.H.O.).

- 105/ - VYVYAN (H.C.) - Fruit fall and its controll by synthetic growth substances (1946), 72 pages. Technical Communication n°18 of the imperial ~~bureau~~ of horticulture and plantation crops.
- 106/ - WINTON (A.L.) et (K.B.) The structure and composition of foods II. New-York (1935), 904 pages.
- 107/ - YAMPOLSKY (C.) - Study on the oil palm (1922), Bull. Jard. Bot. de Buitenzorg., série III, 5, livre 2, 106-174.
- 108/ - ZELLER (A.) - Physiologie der Fett bildung und Fettspeicherung bei höheren Pflanzen in Früchten und Samen. in Encyclopedia of plant Physiology (1957) Berlin, 280-322, tome VII.

TABLE DES MATIERES

- INTRODUCTION

-CHAPITRE I. -

MORPHOLOGIE, ANATOMIE ET HISTOLOGIE DU FRUIT DE PALME.	p.3
<u>Morphologie du fruit de palme.</u>	p.3
<u>Anatomie et histologie de la graine et de la coque.</u>	p.5
<u>Anatomie et histologie de la pulpe.</u>	p.6
1°/ - Description générale.	p.7
2°/ - L'épicarpe.	p.7
A/ - L'épiderme	p.7
B/ - L'hypoderme.	p.10
3°/ - Le mésocarpe	p.11
4°/ - Les cellules à oxalate de calcium.	p.13
5°/ - Les faisceaux fibrovasculaires.	p.13
A/ - Les faisceaux fibrovasculaires.	p.13
B/ - Les faisceaux uniquement fibreux.	p.15
C/ - Les faisceaux uniquement vasculaires.	p.15
6°/ - Localisation successive de l'huile dans la pulpe	p.15
7°/ - Recherche d'autres substances.	p.16
8°/ - Conclusion.	p.16

-CHAPITRE II. -

EVOLUTION DU FRUIT ET DE QUELQUES-UNS DE SES CONSTITUANTS	p.17
(Introduction)	

I. - <u>EVOLUTION DU REGIME ET MATURITE DE RECOLTE.-</u>	p.18
--	------

Biologie florale - Définition des termes véraison
et maturité - Evolution type du fruit.

II. - <u>DESCRIPTION DES ESSAIS - CONDUITE GENERALE DES ANALYSES.</u>	
---	--

A/ - <u>Description des essais. Mode de prélèvement.</u>	p.24
B/ - <u>Attribution des dates des prélèvements.</u>	p.27
C/ - <u>Technique des analyses.</u>	p.27
1°/ - Détermination du poids frais	p.27
Essais A,B,C,D - Essai E - Essai F - Critiques	
2°/ - Détermination des poids secs et des poids de	
matières grasses.	p.29
Essais A,B,C,D - Essais E,F.	

3°/ - Analyse qualitative des matières grasses	p.31
4°/ - Analyse des sucres	p.32
5°/ - Analyses minérales.	p.32
a/ - Préparation des échantillons	p.32
b/ - Conduite des analyses.	p.33
c/ - Incinération et mise en solution	p.34
d/ - Phosphore	p.34
e/ - Potassium, Calcium et Magnésium	p.35
f/ - Azote.	p.35
g/ - Précision des dosages	p.36
6°/ - Expression des résultats	p.37

III. - RESULTATS. -

A - <u>Evolution des poids frais</u>	p.37
1°/ - Fruit entier - Causes d'erreur	p.37
2°/ - Pulpe fraîche	p.41
3°/ - Noix et coques.	p.41
4°/ - Graines	p.41
B - <u>Evolution de l'eau dans les différentes parties du fruit.</u>	p.43
1°/ - Pulpe fraîche.	p.43
2°/ - Coque fraîche.	p.43
3°/ - Graine fraîche.	p.45
C - <u>Evolution des poids secs.</u>	p.45
1°/ - Pulpe.	p.45
2°/ - Coque.	p.45
3°/ - Graine	p.45
D - <u>Evolution quantitative des matières grasses.</u>	p.47
1°/ - Pulpe.	p.47
2°/ - Graine.	p.49
E - <u>Evolution des matières minérales.</u>	p.49
1°/ - Cendres.	p.49
2°/ - Azote.	p.51
3°/ - Phosphore.	p.51
a/ - Pulpe.	p.52
b/ - Graine.	p.52
c/ - Coque.	p.53
4°/ - Potassium	p.53
a/ - en poids	p.53
b/ - en % frais.	p.53
c/ - en % sec.	p.54
5°/ - Magnésium et calcium.	p.56

F - <u>Evolution des sucres.</u>	p.57
G - <u>Evolution qualitative des matières grasses</u>	p.57
1°/ - Indice d'iode et indice de saponification des matières grasses de la pulpe.	p.57
2°/ - Acides gras libres des matières grasses de la pulpe.	p.57
IV. - <u>DISCUSSION DES RESULTATS.-</u>	p.58
A - <u>Validité de nos résultats.</u>	p.58
B - <u>Evolution des poids frais du fruit entier et de chacune de ses parties.</u>	p.59
C - <u>Choix du critère le plus représentatif de l'évolution des constituants de chaque partie du fruit.</u>	p.60
D - <u>Evolution de l'eau, du poids sec, des matières grasses et de l'azote dans chacune des parties du fruit.</u>	p.61
1°/ - Dans la coque.	p.61
2°/ - Dans la pulpe	p.62
3°/ - Dans la graine.	p.65
E - <u>Cours de formation des matières grasses.</u>	p.67
1°/ - Dans la pulpe et la graine du fruit d' <u>Elaeis</u>	p.67
2°/ - Chez les oléagineux en général.	p.71
- Théorie de TERROINE.	p.71
- Théorie personnelle.	p.72
- Justification sur :	
a/ - l'olive.	p.74
b/ - le lin.	p.75
c/ - <u>Macadamia ternifolia.</u>	p.76
d/ - autres oléagineux.	p.77
F - <u>La relation eau-matières grasses.</u>	p.79
1°/ - Dans la pulpe du fruit de palme.	p.79
2°/ - Dans la graine du fruit de palme.	p.79
3°/ - Chez les autres oléagineux	p.80
a/ l'olive.	p.80
b/ graines oléagineuses.	p.82
4°/ - Signification physiologique.	p.82
G - <u>Date de récolte et teneur en huile du fruit de palme - Rapports entre pulpe et graine</u>	p.83
H - <u>Evolution des matières minérales.</u>	p.88
1°/ - Choix d'un mode de représentation correct.	p.88
2°/ - Evolution dans la coque.	p.90

- 3°/ - Evolution dans la pulpe. p.91
- 4°/ - Evolution dans la graine p.91
- 5°/ - Echanges minéraux entre les trois parties du fruit p.93
- 6°/ - Relation eau-matières minérales - Possibilité de généralisation d'un rapport constant potassium/eau. p.94.

-CHAPITRE III. -

ETUDE DE LA VARIABILITE DE LA TENEUR EN HUILE DE LA PULPE DU FRUIT DE PALME A LA RECOLTE DU REGIME ET DES FACTEURS QUI L'INFLUENCENT. p.97

(Introduction) p.97

I. - DESCRIPTION DES ETUDES. - p.99

A - Etude "parcelle 36". p.99

1°/ - Choix des arbres étudiés. p.99

2°/ - Analyses effectuées et techniques. p.101

a/ - Récolte. p.101

b/ - Pesée des régimes p.102

c/ - Prélèvement des fruits. p.102

d/ - Epluchage et broyage. p.102

e/ - Dessiccation et mesure de la teneur en eau. p.102

f/ - Détermination de la teneur en matières grasses p.102

g/ - Présentation des résultats. p.103

B - Etude "interorigines". p.103

1°/ - Choix des arbres. p.103

2°/ - Analyses effectuées et techniques. p.104

a/ - Récolte. p.104

b/ - Pesée des régimes. p.104

c/ - Prélèvement des fruits. p.106

d/ - Epluchage, broyage, mesure de la teneur en eau p.106

e/ - Détermination de la teneur en matières grasses. p.106

f/ - Analyse morphologique du régime. p.106

g/ - Analyses minérales. p.106

h/ - Présentation des résultats. p.107

II. - CONDITIONS D'APPLICATION DE LA RELATION EAU-MATIERES GRASSES.

RESULTATS ET DISCUSSION. p.107

- A - Influence du mode de prélèvement des fruits p.107
- B - Influence saisonnière. p.108
- C - Influence de l'origine des palmiers. p.108
- D - Conclusion. p.114

III. - RESULTATS ET DISCUSSION DES ETUDES "PARCELLE 36" ET "INTERORIGINES".

- A - Valeur absolue moyenne de la teneur en huile de la pulpe fraîche. p.114
- B - Variabilité de la teneur en eau ou en huile de la pulpe fraîche. p.116

1°/ - Variation des teneurs en eau ou en huile de la pulpe fraîche d'un même régime, p.116

2°/ - Variation des teneurs en eau et en huile de la pulpe fraîche de différents régimes d'un même arbre, p.118

3°/ - Variation des teneurs en eau et en huile de la pulpe fraîche entre des arbres d'un même croisement. p.120

C - Variation saisonnière de la teneur en huile de la pulpe fraîche. p.121

D - Influence de la vigueur végétative de l'arbre. p.122

E - Influence de la production et de son rythme. p.122

F - Rapports entre teneur en huile et aspect morphologique du régime et de ses fruits. p.128

a/ - Nombre de fruits détachés. p.128

b/ - Couleur des fruits. p.128

c/ - Aspect des fruits détachables. p.129

d/ - Caractère "épaisseur de coque". p.129

e/ - Autres caractères p.129

G - Influence de l'arrosage avec une solution d'hormones. p.131

H - Influence de l'origine du palmier. p.133

a/ - Supériorité de l'origine "YANGAMBI". p.133

b/ - Supériorité de certains croisements. p.135

I - Rapports entre teneur en huile de la pulpe et nutrition minérale. p.135

J - Conclusion. p.139

- CONCLUSIONS GENERALES. p.142

- BIBLIOGRAPHIE . p.146

- TABLE DES MATIERES. p.158

- TABLEAUX ANNEXES (voir fascicule complémentaire)

DEUXIÈME THÈSE

Propositions données par la Faculté :

Les « chaînes respiratoires »

Vu et approuvé :

Paris, le 19 Septembre 1961

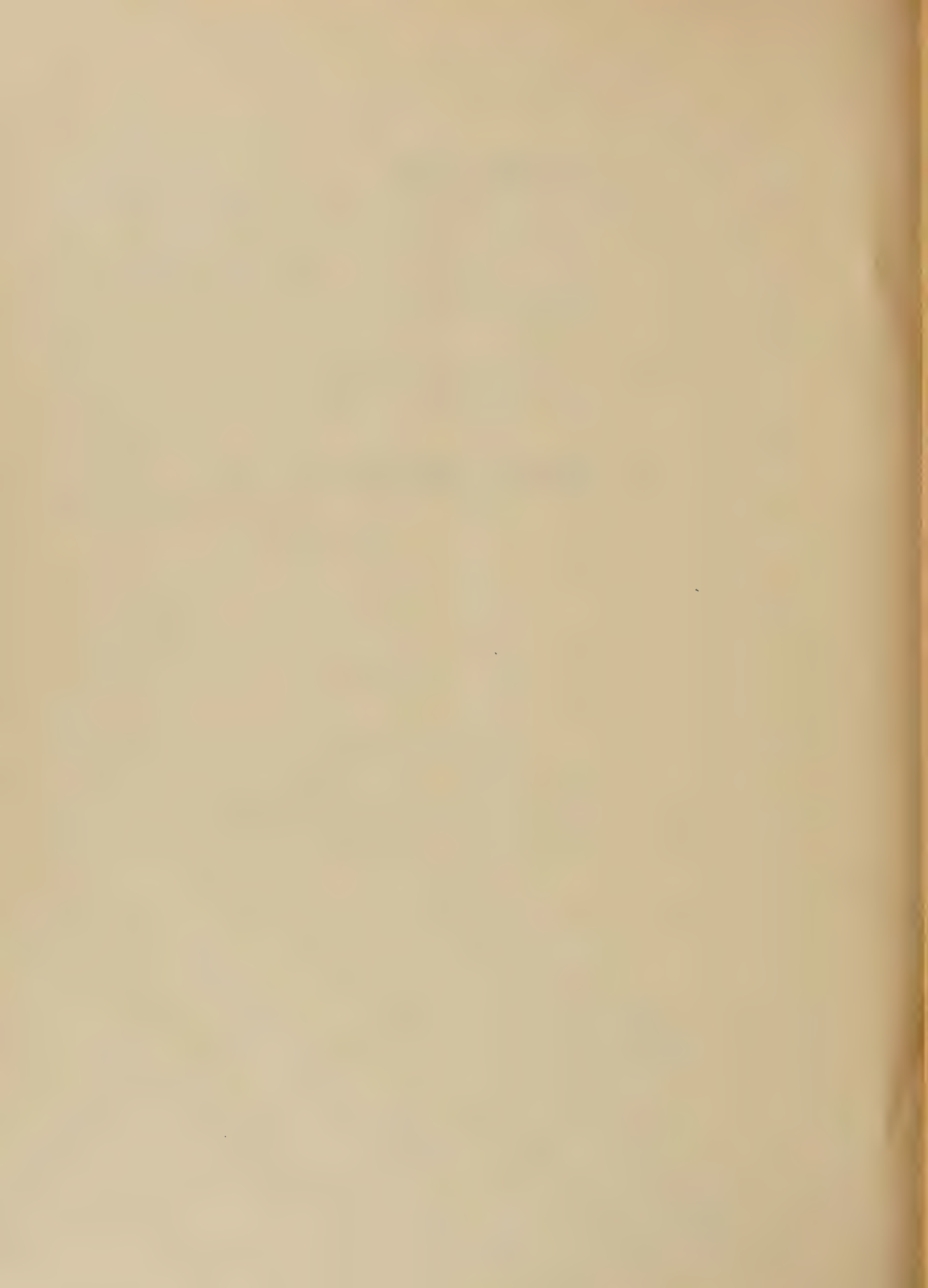
Le Doyen de la Faculté des Sciences,

J. PÉRÈS.

Vu et permis d'imprimer :

Le Recteur de l'Académie de Paris.

JEAN SARRAILH.



FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

Nom du Candidat : DESASSIS.

Prénom : André.

Date de la soutenance :

Numéro d'ordre : 4615

1

DESASSIS (André). — Sur les modalités de formation des matières grasses dans le fruit d'*Elaeis guineensis* Jacq. — Paris, Jouve, Editeur, 1961. Gr. in-4°, 165 p., 12 planches, 40 figures et tableaux annexes 65 p.

Th. Sc. Nat. Paris, 1961, Sér. A, 3764, N° 4615.

2

DESASSIS (André). — Sur les modalités de formation de matières grasses dans le fruit d'*Elaeis guineensis* Jacq. — Paris, Jouve, Editeur, 1961. Gr. in-4°, 165 p., 12 planches, 40 figures et tableaux annexes 65 p.

Th. Sc. Nat. Paris, 1961, Sér. A, 3764, N° 4615.

3

DESASSIS (André). — Sur les modalités de formation des matières grasses dans le fruit d'*Elaeis guineensis* Jacq. — Paris, Jouve, Editeur, 1961. Gr. in-4°, 165 p., 12 planches, 40 figures et tableaux annexes 65 p.

Th. Sc. Nat. Paris, 1961, Sér. A, 3764, N° 4615.

4

DESASSIS (André). — Sur les modalités de formation des matières grasses dans le fruit d'*Elaeis guineensis* Jacq. — Paris, Jouve, Editeur, 1961. Gr. in-4°, 165 p., 12 planches, 40 figures et tableaux annexes 65 p.

Th. Sc. Nat. Paris, 1961, Sér. A, 3764, N° 4615.



